

DIN EN 62153-4-7
(VDE 0819-153-4-7)


Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.



ICS 33.120.10

Ersatz für

DIN EN 62153-4-7**(VDE 0819-153-4-7):2016-12**

Siehe Anwendungsbeginn

Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel –
Teil 4-7: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Prüfverfahren zur Messung von Kopplungswiderstand Z_T und von
Schirm a_s - oder Kopplungsdämpfung a_c von HF-Steckverbindern und
konfektionierten Kabeln bis zu und über 3 GHz – Rohr-im-Rohr-Verfahren
(IEC 62153-4-7:2015 + COR1:2016 + A1:2018);
Deutsche Fassung EN 62153-4-7:2016 + AC:2016 + A1:2018

Metallic communication cable test methods –

Part 4-7: Electromagnetic compatibility (EMC) –

Test method for measuring of transfer impedance Z_T and screening attenuation a_s or coupling attenuation a_c of connectors and assemblies up to and above 3 GHz –

Triaxial tube in tube method

(IEC 62153-4-7:2015 + COR1:2016 + A1:2018);

German version EN 62153-4-7:2016 + AC:2016 + A1:2018

Méthodes d'essai des câbles métalliques de communication –

Partie 4-7: Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Méthode d'essai pour mesurer l'impédance de transfert Z_T et l'affaiblissement d'écrantage a_s ou l'affaiblissement de couplage a_c des connecteurs et des cordons jusqu'à 3 GHz et

au-dessus – Méthode triaxiale en tubes concentriques

(IEC 62153-4-7:2015 + COR1:2016 + A1:2018);

Version allemande EN 62153-4-7:2016 + AC:2016 + A1:2018

Gesamtumfang 49 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-01-13 angenommene Europäische Norm und die am 2018-06-13 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2018-12-01.

Diese Norm enthält die Berichtigung EN 62153-4-7:2016/AC:2016, die das Corrigendum 1:2016 zu **IEC 62153-4-7:2015** übernimmt.

Für **DIN EN 62153-4-7 (VDE 0819-153-4-7):2016-12** besteht eine Übergangsfrist bis 2021-06-13.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62153-4-7/A1 (VDE 0819-153-4-7/A1):2017-09.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 412 „Kommunikationskabel (Kabel, Leitungen, Wellenleiter, Lichtwellenleiter, Komponenten, Zubehör und Anlagentechnik für die Nachrichten- und Informationsübertragung)“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 46 „Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees diese Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Das von IEC veröffentlichte Corrigendum 1:2016 bezieht sich nur auf die französische Sprachfassung.

Die Änderung A1 wurde eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 62153-4-7 (VDE 0819-153-4-7):2016-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) **Anhang E** „Direkte Messung der Schirmwirkung von Steckverbindern“ hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62153-4-7: 2007-08

DIN EN 62153-4-7 (VDE 0819-153-4-7): 2016-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 50289-1-6	–	DIN EN 50289-1-6	–
–	IEC 61196-1:2005	–	–
–	IEC 62153-4 (alle Teile)	–	–
–	IEC 62153-4-1	–	–
–	IEC 62153-4-3	–	–
–	IEC 62153-4-4	–	–
–	IEC 62153-4-8	–	–
–	IEC 62153-4-9	–	–
–	IEC 62153-4-10	–	–
–	IEC 62153-4-15	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50289-1-6, *Kommunikationskabel – Spezifikationen für Prüfverfahren – Teil 1-6: Elektrische Prüfverfahren – Elektromagnetisches Verhalten*

Deutsche Fassung

Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel –
Teil 4-7: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Prüfverfahren zur Messung von Kopplungswiderstand Z_T und von Schirm a_s - oder
Kopplungsdämpfung a_c von HF-Steckverbindern und konfektionierten Kabeln bis zu
und über 3 GHz – Rohr-im-Rohr-Verfahren
(IEC 62153-4-7:2015 + COR1:2016 + A1:2018)

Metallic communication cable test methods –
Part 4-7: Electromagnetic compatibility (EMC) –
Test method for measuring of transfer impedance Z_T
and screening attenuation a_s or coupling attenuation a_c
of connectors and assemblies up to and above 3 GHz –
Triaxial tube in tube method
(IEC 62153-4-7:2015 + COR1:2016 + A1:2018)

Méthodes d'essai des câbles métalliques de
communication –
Partie 4-7: Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Méthode d'essai pour mesurer l'impédance de
transfert Z_T et l'affaiblissement d'écrantage a_s ou
l'affaiblissement de couplage a_c des connecteurs et
des cordons jusqu'à 3 GHz et au-dessus – Méthode
triaxiale en tubes concentriques
(IEC 62153-4-7:2015 + COR1:2016 + A1:2018)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-01-13 und die Änderung A1 am 2018-06-13 angenommen.

Die Berichtigung AC:2016 tritt am 13. Mai 2016 zur Einarbeitung in die deutsche Fassung der EN in Kraft.

CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62153-4-7:2016 + AC:2016 + A1:2018 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 46/572/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 62153-4-7, erarbeitet vom IEC/TC 46 „Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62153-4-7:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-10-13
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-01-13

Dieses Dokument ersetzt EN 62153-4-7:2006.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm **IEC 62153-4-7:2015** wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Anerkennungsnotiz zu AC

Der Text der Berichtigung IEC 62153-4-7:2015/COR1:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als EN 62153-4-7:2016/AC:2016-05 angenommen.

Europäisches Vorwort zur Änderung A1

Der Text des Dokuments 46/679/FDIS, zukünftige IEC 62153-4-7:2015/A1, erarbeitet vom IEC/TC 46 „Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62153-4-7:2016/A1:2018 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2019-03-13
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2021-06-13

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62153-4-7:2015/A1:2018 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	2
Europäisches Vorwort zur Änderung A1	3
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Physikalische Grundlagen	10
5 Prinzip des Prüfverfahrens	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Kopplungswiderstand	12
5.3 Schirmdämpfung	12
5.4 Kopplungsdämpfung.....	12
6 Prüfverfahren	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Rohr-im-Rohr-Verfahren.....	13
6.3 Prüfeinrichtung	14
6.4 Kalibrierverfahren	15
6.5 Verbindung zwischen dem Verlängerungsrohr und dem Prüfling	15
6.6 Dynamikbereich bzw. Grundrauschen	16
6.7 Impedanzanpassung	16
6.8 Einfluss der Adapter	16
7 Vorbereiten des Prüflings	17
7.1 Koaxiale Stecker oder Komponenten.....	17
7.2 Symmetrische Prüflinge oder Prüflinge mit mehreren Leitern.....	17
7.3 Konfektionierte Kabel	19
8 Messung des Kopplungswiderstandes.....	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Prinzipdarstellung zur Messung des Kopplungswiderstandes	19
8.3 Messverfahren – Einfluss der Verbindungskabel.....	19
8.4 Messung	20
8.5 Darstellen der Prüfergebnisse	20
8.6 Prüfbericht	21
9 Schirmdämpfung	21
9.1 Allgemeines	21
9.2 Impedanzanpassung	21
9.2.1 Allgemeines	21
9.2.2 Darstellen der Ergebnisse bei Anpassung	22
9.2.3 Messung mit Fehlanpassung	22
9.2.4 Darstellen der Ergebnisse	22
9.3 Prüfbericht	23

10	Kopplungsdämpfung	23
10.1	Verfahren.....	23
10.2	Darstellen der Ergebnisse.....	24
10.3	Prüfbericht	24
10.4	Balunloses Verfahren	25
Anhang A (normativ) Bestimmung des Wellenwiderstandes des inneren Kreises		26
Anhang B (informativ) Beispiel für einen selbst angefertigten Impedanzwandler.....		27
Anhang C (informativ) Messungen der Schirmwirkung von Steckern und von konfektionierten Kabeln		29
C.1	Allgemeines.....	29
C.2	Physikalische Grundlagen.....	29
C.2.1	Allgemeine Gleichungen für Kopplungen.....	29
C.2.2	Kopplungsübertragungsfunktion	31
C.3	Triaxiale Prüfeinrichtung	33
C.3.1	Allgemeines.....	33
C.3.2	Messung von konfektionierten Kabeln	34
C.3.3	Messung von Steckern.....	35
C.4	Zusammenfassung.....	38
Anhang D (informativ) Einfluss von Kontaktwiderständen		39
Anhang E (informativ) Direkte Messung der Schirmwirkung von Steckverbindern.....		41
E.1	Allgemeines.....	41
E.2	Prüfaufbau.....	41
E.2	Konstruktionsdetails des Prüfaufbaus.....	42
Literaturhinweise		44
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen		45
Bilder		
Bild 1 – Definition von Z_T		9
Bild 2 – Prinzip des Prüfverfahrens zur Messung von Kopplungswiderständen und Schirmdämpfung oder Kopplungsdämpfung von Steckern mit dem Rohr im Rohr-Verfahren		11
Bild 3 – Prinzip des Prüfverfahrens zur Messung von Kopplungswiderständen und Schirmdämpfung oder Kopplungsdämpfung von konfektionierten Kabeln		14
Bild 4 – Verifizierungsprüfung, Prinzipdarstellung.....		16
Bild 5 – Vorbereitung eines symmetrischen Steckers oder eines Steckers mit mehreren Leitern		18
Bild 6 – Prinzipdarstellung der Prüfeinrichtung zur Messung des Kopplungswiderstandes nach Verfahren B der IEC 62153-4-3		19
Bild 7 – Messung der Schirmdämpfung mit Rohr im Rohr mit Impedanzwandler.....		21
Bild 8 – Kopplungsdämpfung mit Rohr im Rohr und mit Symmetrieübertrager		24
Bild 9 – Typische Messung eines Steckers mit einer Länge von 0,04 m mit einem Verlängerungsrohr von 1 m.....		25
Bild 10 – Kopplungsdämpfung mit Rohr im Rohr und mit Mehrtor-Netzwerkanalysator (das balunlose Verfahren ist in Beratung).....		25
Bild B.1 – Dämpfung und Rückflusssdämpfung eines Impedanzwandlers von 50 Ω nach 5 Ω ,		

	Seite
logarithmische Skalierung	27
Bild B.2 – Dämpfung und Rückflussdämpfung eines Impedanzwandlers von 50 Ω nach 5 Ω , lineare Skalierung	28
Bild C.1 – Ersatzschaltbild von Übertragungsleitungen	30
Bild C.2 – Summenfunktion S	31
Bild C.3 – Berechnete Kopplungsübertragungsfunktion ($l = 1$ m; $e_{r1} = 2,3$; $e_{r2} = 1$; $Z_F = 0$)	32
Bild C.4 – Triaxiale Prüfeinrichtung zur Messung der Schirmdämpfung a_s und des Kopplungswiderstandes Z_T	33
Bild C.5 – Simulation eines konfektionierten Kabels (logarithmische Skalierung)	35
Bild C.6 – Simulation eines konfektionierten Kabels (lineare Skalierung)	35
Bild C.7 – Triaxiale Prüfeinrichtung mit Verlängerungsrohr für kurze konfektionierte Kabel	36
Bild C.8 – Triaxiale Prüfeinrichtung mit Verlängerungsrohr für Stecker	36
Bild C.9 – Simulation, logarithmische Frequenzachse	37
Bild C.10 – Messung, logarithmische Frequenzachse	37
Bild C.11 – Simulation, lineare Frequenzachse	37
Bild C.12 – Messung, lineare Frequenzachse	37
Bild C.13 – Simulation, logarithmische Frequenzachse	37
Bild C.14 – Simulation, lineare Frequenzachse	37
Bild D.1 – Kontaktwiderstände der Prüfeinrichtung	39
Bild D.2 – Ersatzschaltbild der Prüfeinrichtung	39
Bild E.1 – Prinzip des Prüfaufbaus zur Messung des Kopplungswiderstands und der Schirmdämpfung eines Steckverbinders	41
Bild E.2 – Prinzip des Prüfaufbaus zur Messung des Kopplungswiderstands und der Schirmdämpfung eines konfektionierten Kabels	42
Bild E.3 – Beispiel für die Vorbereitung des Prüflings	42
Bild E.4 – Schirmrohr mit getrennter Mutter	43
Bild E.5 – Mit zugehöriger Mutter befestigter Schirm	43
Tabellen	
Tabelle 1 – IEC 62153, Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel – Prüfverfahren mit triaxialer Prüfeinrichtung	11

Einleitung

Das geschirmte Verfahren zur Messung der Schirmdämpfung nach IEC 62153-4-3 und IEC 62153-4-4 wurde erweitert, indem die Besonderheiten von elektrisch kurzen Elementen wie Stecker und konfektionierte Kabel in Betracht gezogen wurden. Durch das konzentrische äußere Rohr der triaxialen Prüfeinrichtung sind die Messungen unabhängig von Unregelmäßigkeiten der Umgebung und von äußeren elektromagnetischen Feldern.

Bei Verwendung eines zusätzlichen Resonatorrohres (inneres Rohr bzw. Rohr im Rohr) wird ein System geschaffen, bei dem die Schirmwirkung eines elektrisch kurzen Bauelements unter realistischen und kontrollierten Bedingungen gemessen wird. Zusätzlich kann eine niedrigere Grenzfrequenz für den Übergang von elektrisch kurz (Kopplungswiderstand Z_T) zu elektrisch lang (Schirmdämpfung a_s) erreicht werden.

Ein großer Dynamik- und Frequenzbereich kann auch zum Prüfen von hochgeschirmten Steckverbindern und konfektionierten Kabeln erreicht werden, und zwar mit normaler technischer Ausrüstung von niedrigen Frequenzen bis zur Grenze der festgelegten Transversal-Wellen im äußeren Kreis bei ca. 4 GHz.

1 Anwendungsbereich

Dieses triaxiale Verfahren ist geeignet, den Kopplungswiderstand und/oder die Schirmdämpfung und die Kopplungsdämpfung von geschirmten Steckverbindern (einschließlich der Verbindung von Kabel und Stecker) und von konfektionierten Kabeln zu bestimmen. Dieses Verfahren kann auch angewendet werden, um den Kopplungswiderstand und/oder die Schirmdämpfung und die Kopplungsdämpfung von symmetrischen Steckern oder von Steckern mit mehreren Kontakten zu messen. Zur Messung des Kopplungswiderstandes und der Schirm- oder der Kopplungsdämpfung ist nur ein Messaufbau erforderlich.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC TS 62153-4-1, *Metallic communication cable test methods – Part 4-1: Electromagnetic compatibility (EMC) – Introduction to electromagnetic screening measurements*

IEC 62153-4-3, *Metallic communication cable test methods – Part 4-3: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Surface transfer impedance – Triaxial method*

IEC 62153-4-4, *Metallic communication cable test methods – Part 4-4: Electromagnetic compatibility (EMC) – Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation as up to and above 3 GHz*

IEC 62153-4-15, *Metallic communication cable test methods – Part 4-15: Electromagnetic compatibility (EMC) – Test method for measuring transfer impedance and screening attenuation – or coupling attenuation with Triaxial Cell*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und Definitionen.

3.1

Kopplungswiderstand

(en: surface transfer impedance)

Z_T

für einen elektrisch kurzen, gleichförmigen Schirm der Quotient der Längsspannung U_1 , welche in den inneren Kreis induziert wird, zum Strom I_2 im äußeren Kreis oder umgekehrt [Ω] (siehe [Bild 1](#))

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Kopplungswiderstand wird in Ohm angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Wert Z_T eines elektrisch kurzen Schirms wird in Ohm [Ω] oder in Dezibel, bezogen auf 1 Ω , angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe [Bild 1](#).

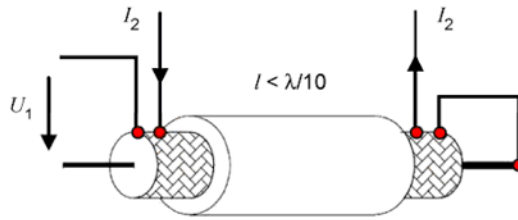


Bild 1 – Definition von Z_T

$$Z_T = \frac{U_1}{I_2} \quad (1)$$

$$Z_T \text{ dB}(\Omega) = +20 \times \log_{10} \left(\frac{|Z_T|}{1 \Omega} \right) \quad (2)$$

3.2

äquivalenter Kopplungswiderstand

(en: effective transfer impedance)

Z_{TE}

der Widerstand definiert als:

$$Z_{TE} = \max |Z_F \pm Z_T| \quad (3)$$

Dabei ist

Z_F der kapazitive Kopplungswiderstand.

3.3

Schirmdämpfung

a_s

für elektrisch lange Einheiten, d. h. oberhalb der Grenzfrequenz, das logarithmische Verhältnis der eingespeisten Leistung P_1 und der periodischen Maximalwerte der in den äußeren Kreis eingekoppelten Leistung $P_{r,\max}$

$$a_s = -10 \times \log_{10} \left(\text{Env} \left| \frac{P_{r,\max}}{P_1} \right| \right) \quad (4)$$

Dabei ist

Env die minimale Hüllkurve der gemessenen Werte, in dB.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schirmdämpfung einer elektrisch kurzen Einheit ist definiert als:

$$a_s = -20 \times \log_{10} \frac{150 \Omega}{Z_{TE}} \quad (5)$$

Dabei ist

150 Ω der genormte Widerstand des äußeren Kreises.

3.4

Kopplungsämpfung

a_c

für geschirmte symmetrische Kabel die Summe der Unsymmetriedämpfung a_u des symmetrischen Paares und der Schirmdämpfung a_s des Schirmes des Prüflings

Anmerkung 1 zum Begriff: Für elektrisch lange Einheiten, d. h. oberhalb der Grenzfrequenz, ist die Schirmdämpfung a_c definiert als das logarithmische Verhältnis der eingespeisten Leistung P_1 und der periodischen Maximalwerte der in den äußeren Kreis eingekoppelten Leistung $P_{r,max}$.

3.5

Kopplungslänge

Länge des Kabels innerhalb der Prüfvorrichtung zwischen dem Ende des Verlängerungsrohrs und der Schirmhülse (siehe Bild 2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kopplungslänge ist elektrisch kurz, wenn

$$\frac{\lambda_0}{l} > 10 \times \sqrt{\epsilon_{r1}} \quad \text{oder} \quad f < \frac{c_0}{10 \times l \times \sqrt{\epsilon_{r1}}} \quad (6)$$

oder elektrisch lang, wenn

$$\frac{\lambda_0}{l} \leq 2 \times \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right| \quad \text{oder} \quad f > \frac{c_0}{2 \times l \times \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|} \quad (7)$$

Dabei ist

- l die effektive Kopplungslänge, in m;
- λ_0 die Wellenlänge im freien Raum, in m;
- ϵ_{r1} die resultierende relative Dielektrizitätskonstante des Dielektrikums des Kabels;
- ϵ_{r2} die resultierende relative Dielektrizitätskonstante des sekundären Kreises;
- f die Frequenz, in Hz;
- c_0 die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum.

3.6

Prüfling

Einheit, bestehend aus dem gesteckten Stecker mit den angeschlossenen Verbindungskabeln

4 Physikalische Grundlagen

Siehe entsprechende Teile der IEC/TS 62153-4-1, IEC 62153-4-3, IEC 62153-4-4 und [Anhänge C](#) und [D](#).

5 Prinzip des Prüfverfahrens

5.1 Allgemeines

Die Reihe IEC 62153-4-x beschreibt verschiedene Prüfverfahren zur Messung der Schirmwirkung von Kommunikationskabeln, Steckern und Komponenten mit dem Triaxialverfahren.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Prüfverfahren der Reihe IEC 62153-4-x mit der Triaxialen Prüfeinrichtung.

Tabelle 1 – IEC 62153, Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel – Prüfverfahren mit triaxialer Prüfeinrichtung

	Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel – Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
IEC/TR 62153-4-1 Ed.2	Einführung in die elektromagnetischen Messungen der Schirmwirkung
IEC 62153-4-3 Ed.2	Kopplungswiderstand – Triaxialverfahren
IEC 62153-4-4 Ed.2	Geschirmtes Messverfahren zur Messung der Schirmdämpfung a_s bis zu und über 3 GHz
IEC 62153-4-7	Geschirmtes Messverfahren zur Messung des Kopplungswiderstandes Z_T und der Schirmdämpfung a_s oder der Kopplungsdämpfung a_c von HF-Steckern und konfektionierten Kabeln bis zu und über 3 GHz – Rohr-im-Rohr-Verfahren
IEC 62153-4-9	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Kopplungsdämpfung geschirmter symmetrischer Kabel – Triaxialverfahren
IEC 62153-4-10	Geschirmtes Messverfahren zur Messung der Schirmwirkung von Durchführungen und elektromagnetischen Dichtungen
IEC 62153-4-15	Prüfverfahren zur Messung von Kopplungswiderstand und der Schirmdämpfung oder der Kopplungsdämpfung mit der Triaxialen Zelle
IEC 62153-4-16	Technischer Bericht über die Beziehung zwischen Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung (in Beratung)

Üblicherweise haben HF-Stecker mechanische Dimensionen in der Längsachse im Bereich von 20 mm bis maximal 50 mm. Mit der Definition elektrisch kurzer Elemente erhält man Grenzfrequenzen oder Grenzen für den Übergang von elektrisch kurz zu elektrisch lang von ca. 1 GHz oder höher für übliche HF-Stecker.

Um auch bei tieferen Frequenzen die Schirmdämpfung anstelle des Kopplungswiderstandes zu messen, wurde das Rohr-im-Rohr-Verfahren entwickelt. Die elektrische Länge des HF-Steckers wird durch ein HF-dichtes, geschlossenes metallisches Verlängerungsrohr (Rohr-im-Rohr) verlängert.

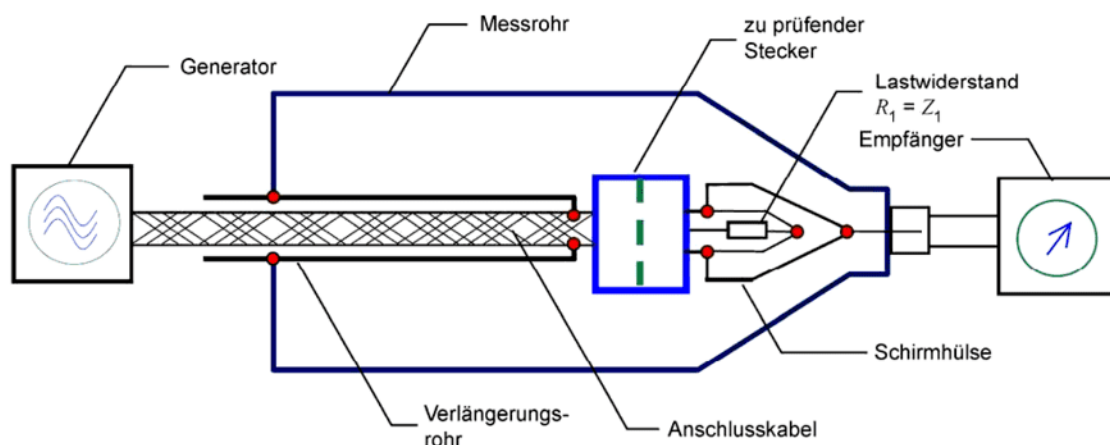


Bild 2 – Prinzip des Prüfverfahrens zur Messung von Kopplungswiderständen und Schirmdämpfung oder Kopplungsdämpfung von Steckern mit dem Rohr im Rohr-Verfahren

Die triaxiale Prüfeinrichtung basiert auf dem triaxialen System nach IEC 62153-4-3 und IEC 62153-4-4, mit einem Prüfling, einem metallischen Gehäuse und (optional) einem HF-dichten Verlängerungsrohr. Der vom Generator gespeiste, angepasste Prüfling bildet den störenden Kreis. Der störende Kreis kann auch als innerer oder als primärer Kreis bezeichnet werden. Die Anschlusskabel des Prüflings sind zusätzlich durch das Rohr im Rohr geschirmt.

Der gestörte Kreis, der auch als äußerer Kreis oder als zweiter Kreis bezeichnet werden kann, wird durch den Außenleiter des Prüflings (und das Verlängerungsrohr) gebildet. Der Prüfling wird mit dem Anschlusskabel (oder dem Rohr im Rohr, wenn eingesetzt) mit dem Gehäuse bzw. mit der Zelle verbunden. Der Prüfling befindet sich in der Mitte des Rohres.

5.2 Kopplungswiderstand

Diese Prüfung bestimmt die Schirmwirkung eines geschirmten Kabels durch Anwenden einer genau definierten Spannung und eines genau definierten Stromes auf den Kabelschirm und Messung der induzierten Spannung, um den Kopplungswiderstand zu ermitteln. Mit dieser Prüfung wird nur die magnetische Komponente des Kopplungswiderstandes bestimmt. Um die elektrostatische Komponente (die kapazitive Kopplungsimpedanz) zu messen, kann das Verfahren nach IEC 62153-4-8 werden.

Das triaxiale Messverfahren ist geeignet für den Frequenzbereich bis zu 30 MHz für Prüflinge mit 1 m Länge und bis zu 100 MHz für Prüflinge mit 0,3 m Länge. Diese Längen korrespondieren mit einer elektrischen Länge, die weniger als 1/6 der Wellenlänge des Prüflings beträgt. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in IEC/TS 62153-4-1:2014, Abschnitt 9 sowie in IEC 62153-4-3.

5.3 Schirmdämpfung

Der störende bzw. der primäre Kreis ist das zu prüfende, mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossene Kabel. Der gestörte oder sekundäre Kreis besteht aus dem Außenleiter (oder der äußeren Lage des Schirms im Falle von Kabeln mit Mehrfachschirm) des zu prüfenden Kabels und einem massiven Rohr aus Metall, in welchem der Prüfling axial angeordnet ist (siehe [Bild 4](#)).

Am fernen Ende des sekundären Kreises wird die maximale Spannung gemessen. Das nahe Ende des sekundären Kreises ist kurzgeschlossen. Der Empfänger muss für diese Messung nicht angepasst sein. Die maximale Spannung am fernen Ende ist unabhängig vom Eingangswiderstand des Empfängers, vorausgesetzt, dass der Eingangswiderstand niedriger ist als der Wellenwiderstand des sekundären Kreises. Allerdings ist eine geringe Fehlanpassung von Vorteil. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in IEC/TS 62153-4-1:2014, Abschnitt 10 sowie in IEC 62153-4-4.

5.4 Kopplungsdämpfung

Im Gegentakt betriebene symmetrische Kabel, Stecker, konfektionierte Kabel oder Einheiten strahlen aufgrund fertigungsbedingter Unsymmetrien im Kabel einen Teil der transportierten Leistung in die Umgebung ab. Bei ungeschirmten symmetrischen Kabeln, Steckern, konfektionierten Kabeln oder Einheiten wird diese Abstrahlung durch die Unsymmetriedämpfung a_u beschrieben. Bei geschirmten symmetrischen Kabeln verursacht die Unsymmetrie einen Strom im Schirm, der durch den Kopplungswiderstand und die kapazitive Kopplungsimpedanz in den äußeren Kreis überkoppelt. Die Abstrahlung wird durch den Kabelschirm gedämpft und auf die Schirmdämpfung a_s bezogen.

Die gesamte Effektivität des geschirmten symmetrischen Kabels gegen elektromagnetische Beeinflussung ergibt sich damit als Summe aus der Unsymmetriedämpfung a_u des Paares und der Schirmdämpfung a_s des Kabelschirmes. Da beide Werte üblicherweise im logarithmischen Maß angegeben werden, können diese einfach zur Kopplungsdämpfung a_c addiert werden:

$$a_c = a_u + a_s \quad (8)$$