

DIN EN 62153-4-7

ICS 33.120.10

**Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel –
Teil 4-7: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Messverfahren zur Messung des Kopplungswiderstandes und der
Schirmdämpfung oder der Kopplungsdämpfung –
Rohr-im-Rohr-Verfahren (IEC 62153-4-7:2006);
Deutsche Fassung EN 62153-4-7:2006**

Metallic communication cable test methods –
Part 4-7: Electromagnetic compatibility (EMC) –
Test method for measuring the transfer impedance and the screening – or the coupling
attenuation – Tube in tube method (IEC 62153-4-7:2006);
German version EN 62153-4-7:2006

Méthodes d'essai des câbles métalliques de communication –
Partie 4-7: Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Méthode d'essai pour mesurer l'impédance de transfert et l'affaiblissement d'écran – ou
l'affaiblissement de couplage – Méthode des tubes concentriques (CEI 62153-4-7:2006);
Version allemande EN 62153-4-7:2006

Gesamtumfang 34 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-08-01 angenommene EN 62153-4-7 gilt als DIN-Norm ab 2007-08-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 62153-4-7:2005-02.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.3 „Koaxialkabel und -Leitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 46A „Coaxial cables“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel –
Teil 4-7: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Messverfahren zur Messung des Kopplungswiderstandes und der
Schirmdämpfung oder der Kopplungsdämpfung – Rohr-im-Rohr-Verfahren
(IEC 62153-4-7:2006)

Metallic communication cable test methods –
Part 4-7: Electromagnetic compatibility (EMC) –
Test method for measuring the transfer
impedance and the screening – or the coupling
attenuation – Tube in tube method
(IEC 62153-4-7:2006)

Méthodes d'essai des câbles métalliques de
communication –
Partie 4-7: Compatibilité électromagnétique
(CEM) –
Méthode d'essai pour mesurer l'impédance de
transfert et l'affaiblissement d'écran – ou
l'affaiblissement de couplage – Méthode des
tubes concentriques
(CEI 62153-4-7:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-08-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62153-4-7:2006 D

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 62153-4-7:2006, ausgearbeitet von dem SC 46A „Coaxial cables“ des IEC/TC 46 „Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-08-01 ohne irgendeine Abänderung als EN 62153-4-7 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2007-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-08-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62153-4-7:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Prinzip des Prüfverfahrens	8
5 Theoretische Grundlagen	9
6 Prüfverfahren	10
6.1 Ausrüstung	10
6.2 Verbindung zwischen Verlängerungsrohr und Prüfling	10
6.3 Dynamikbereich bzw. Grundrauschen	10
6.4 Wellenwiderstand des inneren Systems	11
6.5 Vorbereiten des Prüflings	13
7 Messung	14
7.1 Kopplungswiderstand	14
7.2 Schirmdämpfung	15
7.3 Kopplungsdämpfung	15
8 Darstellen der Ergebnisse	16
8.1 Kopplungswiderstand und effektiver Kopplungswiderstand	16
8.2 Schirmdämpfung	16
8.3 Kopplungsdämpfung	17
8.4 Anforderung	18
Anhang A (informativ) Messungen der Schirmwirkung von Steckern und von konfektionierten Kabeln	19
A.1 Allgemeines	19
A.2 Physikalische Grundlagen	19
A.2.1 Allgemeine Gleichungen für Kopplungen	19
A.2.2 Kopplungsübertragungsfunktion	21
A.3 Triaxiale Prüfeinrichtung	23
A.3.1 Allgemeines	23
A.3.2 Messung von konfektionierten Kabeln	24
A.3.3 Messung von Steckern	25
A.4 Zusammenfassung	28
Anhang B (informativ) Einfluss von Kontaktwiderständen	29
Literaturhinweise	31
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	32

	Seite
Bild 1 – Definition von Z_T	6
Bild 2 – Prinzip des Prüfverfahrens zur Messung von Kopplungswiderständen und Schirmdämpfung oder Kopplungsdämpfung von Steckern	9
Bild 3 – Prinzip des Prüfverfahrens zur Messung von Kopplungswiderständen und Schirmdämpfung von kurzen konfektionierten Kabeln	9
Bild 4 – Prinzip der Verifikationsprüfung	11
Bild 5 – Impedanzanpassung für $Z_1 < 50 \Omega$	12
Bild 6 – Impedanzanpassung für $Z_1 > 50 \Omega$	13
Bild 7a – Prinzipdarstellung der Vorbereitung eines symmetrischen Steckers oder eines Steckers mit mehreren Leitern für Kopplungswiderstand oder Schirmdämpfung	14
Bild 7b – Prinzipdarstellung der Vorbereitung eines symmetrischen Steckers oder eines Steckers mit mehreren Leitern für Kopplungsdämpfung	14
Bild 7 – Vorbereitung eines symmetrischen Steckers oder eines Steckers mit mehreren Leitern	14
Bild 8 – Messung des Kopplungswiderstandes mit dem Rohr-im-Rohr-Verfahren	15
Bild 9 – Messung der Schirmdämpfung mit dem Rohr-im-Rohr-Verfahren	15
Bild 10 – Messung der Kopplungsdämpfung mit dem Rohr-im-Rohr-Verfahren	16
Bild 11 – Typische Messung eines Steckers von 0,04 m Länge mit 1 m Verlängerungsrohr	18
Bild A.1 – Ersatzschaltbild von Übertragungsleitungen	20
Bild A.2 – Summenfunktion S	21
Bild A.3 – Berechnete Kopplungsübertragungsfunktion ($l = 1 \text{ m}$; $e_{r1} = 2,3$; $e_{r2} = 1$; $Z_F = 0$)	22
Bild A.4 – Triaxiale Prüfeinrichtung zur Messung der Schirmdämpfung a_S und des Kopplungswiderstandes Z_T	23
Bild A.5 – Simulation eines konfektionierten Kabels (logarithmische Frequenzachse)	25
Bild A.6 – Simulation eines konfektionierten Kabels (lineare Frequenzachse)	25
Bild A.7 – Triaxiale Prüfeinrichtung mit Verlängerungsrohr für kurze konfettierte Kabel	26
Bild A.8 – Triaxiale Prüfeinrichtung mit Verlängerungsrohr für Stecker	26
Bild A.9 – Berechnung, logarithmische Frequenzachse	27
Bild A.10 – Messung, logarithmische Frequenzachse	27
Bild A.11 – Berechnung, lineare Frequenzachse	27
Bild A.12 – Messung, lineare Frequenzachse	27
Bild A.13 – Berechnung, logarithmische Frequenzachse	27
Bild A.14 – Berechnung, lineare Frequenzachse	27
Bild B.1 – Kontaktwiderstände der Prüfeinrichtung	29
Bild B.2 – Ersatzschaltbild der Prüfeinrichtung	29

Einleitung

Das geschirmte Verfahren zur Messung der Schirmdämpfung nach IEC 62153-4-4 (Triaxialverfahren) 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 Resonatorrohrs (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. Auch 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 zum Prüfen von gut geschirmten Steckverbindern und konfektionierten Kabeln angelegt 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 gesteckten geschirmten Steckern (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.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 61196-1:2005, *Coaxial communication cables – Part 1: Generic specification – General, definitions and requirements*

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 a_s up to and above 3 GHz*²

3 Begriffe

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

3.1

Kopplungswiderstand

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)

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

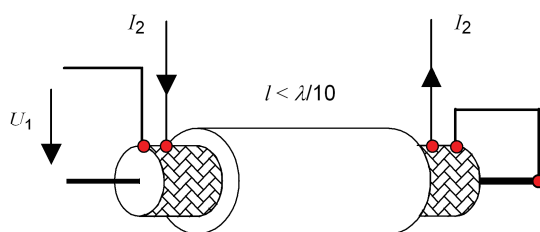


Bild 1 – Definition von Z_T

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

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

² Wird veröffentlicht.

3.2

äquivalenter Kopplungswiderstand

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 $P_{r,max}$.

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

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

Kopplungsdämpfung

a_c

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

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

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 (DUT)

Einheit bestehend aus dem gesteckten Stecker mit den angeschlossenen Verbindungskabeln

4 Prinzip des Prüfverfahrens

Üblicherweise haben HF-Stecker mechanische Dimensionen in der Längsachse im Bereich von 20 mm bis maximal 50 mm. Mit der Definition elektrisch kurzer Elemente erhalten wir Grenzfrequenzen oder Grenzen für den Übergang von elektrisch kurz zu elektrisch lang von ca. 3 GHz oder höher für übliche HF-Stecker.

Im Frequenzbereich bis zu den Grenzfrequenzen, wo der Prüfling elektrisch kurz ist, kann der Kopplungswiderstand des Prüflings gemessen werden. Bei Frequenzen oberhalb der Grenzfrequenz, bei denen der Prüfling elektrisch lang ist, kann die Schirmdämpfung gemessen werden.

Durch Verlängern der elektrischen Länge des HF-Steckers durch ein HF-dichtes metallisches Verlängerungsrohr (Rohr im Rohr) wird die geprüfte Kombination elektrisch lang und die Grenzfrequenzen werden zu höheren Frequenzen hin verschoben. Auf diese Weise kann die Schirmdämpfung auch bei tieferen Frequenzen gemessen werden und der effektive Kopplungswiderstand von elektrisch kurzen Elementen berechnet werden.

Die Prüfeinrichtung stellt ein triaxiales System dar, welches aus dem Prüfling, einem massiven metallischen Rohr und einem HF-dichten, metallischen Verlängerungsrohr besteht. Der angepasste Prüfling, der durch einen Generator gespeist wird, bildet den störenden Kreis, der auch als der innere oder primäre Kreis bezeichnet wird.

Der gestörte Kreis, der auch als äußerer oder sekundärer Kreis bezeichnet wird, wird durch den Außenleiter des Prüflings gebildet, der mit dem Verlängerungsrohr verbunden ist, sowie einem metallischen Rohr, in dessen Längsachse sich der Prüfling befindet.

Das Prinzip des Prüfverfahrens ist in den Bildern 2 und 3 dargestellt. Die Prüfeinrichtung ist für die Messung von Kopplungswiderstand, Schirmdämpfung und Kopplungsdämpfung die gleiche, wobei die Länge des inneren und des äußeren Rohres variieren kann.

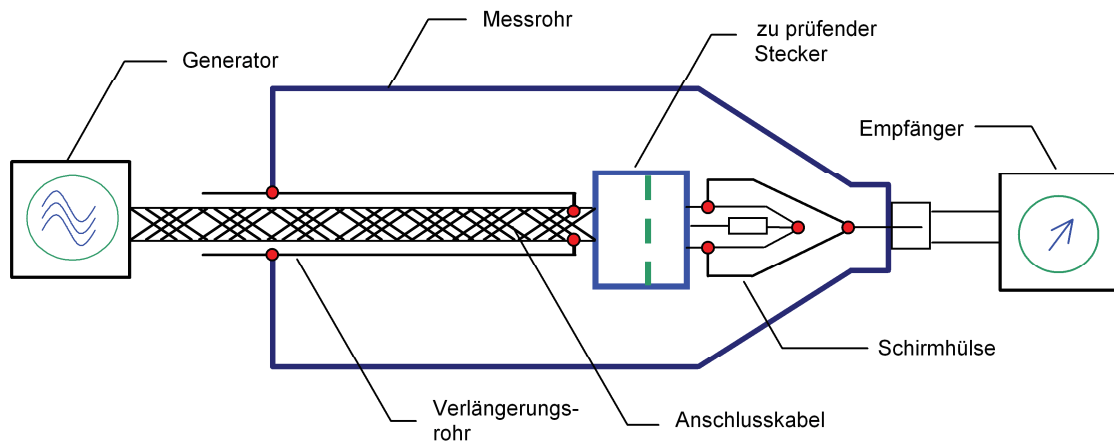


Bild 2 – Prinzip des Prüfverfahrens zur Messung von Kopplungswiderständen und Schirmdämpfung oder Kopplungsdämpfung von Steckern

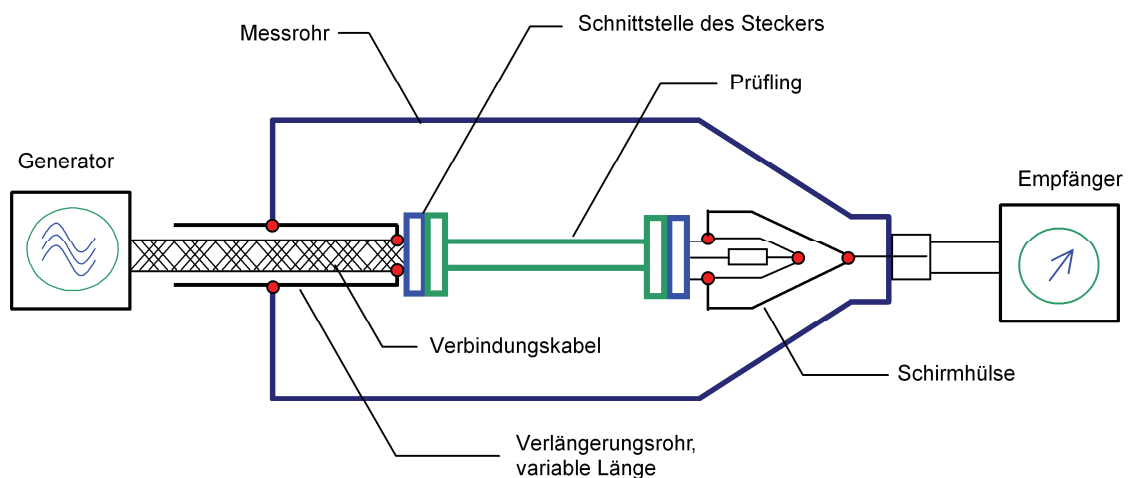


Bild 3 – Prinzip des Prüfverfahrens zur Messung von Kopplungswiderständen und Schirmdämpfung von kurzen konfektionierten Kabeln

Das Spannungsverhältnis der Spannung am nahen Ende (U_1) des inneren Kreises (Generator) und der Spannung am fernen Ende (U_2) des sekundären Kreises ist zu messen (U_1/U_2). Das nahe Ende des sekundären Kreises ist kurzgeschlossen.

Abhängig von der elektrischen Länge der geprüften Kombination des Prüflings und dem Verlängerungsrohr darf das Ergebnis entweder durch den Kopplungswiderstand, den effektiven Kopplungswiderstand oder die Schirmdämpfung (oder die Kopplungsdämpfung) dargestellt werden.

Für diese Messung ist ein angepasster Empfänger nicht erforderlich. Die Spannungsspitzen am fernen Ende hängen nicht vom Eingangswiderstand des Empfängers ab, vorausgesetzt, dass der Eingangswiderstand des Empfängers niedriger ist als der Wellenwiderstand des äußeren Kreises. Es ist jedoch vorteilhaft, eine geringe Fehlanpassung zu haben, z. B. durch Auswahl eines Bereiches von Rohrdurchmessern für verschiedene Abmessungen von Koaxialkabeln.

5 Theoretische Grundlagen

Siehe Anhang A.