

	DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410)	DIN
	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.	VDE
ICS 33.180.10 Ersatz für DIN EN 61280-4-1:2004-12 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 4-1: Lichtwellenleiter-Kabelanlagen – Mehrmoden-Dämpfungsmessungen (IEC 61280-4-1:2009); Deutsche Fassung EN 61280-4-1:2009 Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cable plant – Multimode attenuation measurement (IEC 61280-4-1:2009); German version EN 61280-4-1:2009 Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal (CEI 61280-4-1:2009); Version allemande EN 61280-4-1:2009 Gesamtumfang 63 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2009-10-01 angenommene EN 61280-4-1 gilt als DIN-Norm ab 2010-07-01.

Daneben darf DIN EN 61280-4-1:2004-12 noch bis 2012-10-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61280-4-1:2007-02.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ erarbeitet.

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61280-4-1:2004-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokumentation einer zusätzlichen Messmethode, die auf der Nutzung eines optischen Zeitbereich-Reflektometers (OTDR) basiert, und von Erfahrungswerten für die Nutzung des OTDR und der Interpretation von OTDR-Messkurven;
- b) Umstellung der Anforderungen an Quellen, die für die Messung von Mehrmodenfasern genutzt werden. Sie basieren nicht mehr auf dem Einkoppelte-Leistungs-Verhältnis (en: Coupled power ratio, CPR), sondern auf der Messung des Nahfeldes und der Ausgangsleistung der Anschluss-Testleitung;
- c) Hervorhebung der Wichtigkeit und Hilfestellung zur Durchführung von adäquaten Messungen sowie der Reinigung und Inspektion von Steckverbinder-Endflächen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61280-4-1: 2004-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 60793-2-10	DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321)	VDE 0888-321
EN 60825-2:2004 + A1	IEC 60825-2	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2)	VDE 0837-2
–	IEC 61280-1-3	DIN IEC 61280-1-3	–
–	IEC 61280-1-4	DIN IEC 61280-1-4	–
–	IEC 61300-3-35	DIN IEC 61300-3-35	–
EN 61315	IEC 61315	DIN EN 61315	–
–	IEC 61745	–	–
EN 61746	IEC 61746	DIN EN 61746	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321): 2008-07, *Lichtwellenleiter - Teil 2-10: Produktspezifikationen - Rahmenspezifikation für Mehrmodenfasern der Kategorie A1 (IEC 60793-2-10:2007); Deutsche Fassung EN 60793-2-10:2007*

DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2):2007-11, *Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS) (IEC 60825-2:2004 + A1:2006); Deutsche Fassung EN 60825-2:2004 + A1*

DIN IEC 61280-1-3:2008-07, *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-3: Prüfverfahren für allgemeine Kommunikationsuntersysteme – Messung von Mittelwellenlänge und Spektralbreite (IEC 86C/838/CD:2008)*

DIN IEC 61280-1-4:2008-07, *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationssysteme – Teil 1-4: Allgemeine Kommunikationsuntersysteme – Verfahren zur Messung des begrenzten Lichtstroms einer Strahlungsquelle (IEC 86C/819/CD:2008)*

DIN IEC 61300-3-35:2005-05, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren - Teil 3-35: Untersuchungen und Messungen – Visuelle und automatisierte Inspektion der Endflächen von zylindrischen Lichtwellenleiter-Steckverbindern (IEC 86B/2037/CD:2004)*

DIN EN 61315:2006-09, *Kalibrierung von Lichtwellenleiter-Leistungsmessern (IEC 61315:2005); Deutsche Fassung EN 61315:2006*

DIN EN 61746:2005-10, *Kalibrierung optischer Rückstreuungsmessgeräte (OTDR) (IEC 61746:2005); Deutsche Fassung EN 61746:2005*

– Leerseite –

**Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –
Teil 4-1: Lichtwellenleiter-Kabelanlagen –
Mehrmoden-Dämpfungsmessungen**
(IEC 61280-4-1:2009)

Fibre optic communication subsystem test
procedures –
Part 4-1: Installed cable plant –
Multimode attenuation measurement
(IEC 61280-4-1:2009)

Procédures d'essai des sous-systèmes de
télécommunication à fibres optiques –
Partie 4-1: Installation câblée –
Mesure de l'affaiblissement en multimodal
(CEI 61280-4-1:2009)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-10-01 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, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2009 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61280-4-1:2009 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 86C/879/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61280-4-1, ausgearbeitet von dem SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ des IEC/TC86 „Fibre optics“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-10-01 als EN 61280-4-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61280-4-1:2004.

Die Hauptänderungen zu EN 61280-4-1:2004 sind wie folgt:

- Dokumentation einer zusätzlichen Messmethode, die auf der Nutzung eines optischen Zeitbereich-Reflektometers (OTDR) basiert, und von Erfahrungswerten für die Nutzung des OTDR und der Interpretation von OTDR-Messkurven;
- Umstellung der Anforderungen an Quellen, die für die Messung von Mehrmodenfasern genutzt werden. Sie basieren nicht mehr auf dem Einkoppelte-Leistungs-Verhältnis (en: Coupled power ratio, CPR), sondern auf der Messung des Nahfeldes und der Ausgangsleistung der Anschluss-Testleitung;
- Hervorhebung der Wichtigkeit und Hilfestellung zur Durchführung von adäquaten Messungen sowie der Reinigung und Inspektion von Steckverbinder-Endflächen.

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): 2010-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61280-4-1:2009 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60793-1-40	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-1-40:2003 (modifiziert).
IEC 60793-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-2:2008 (nicht modifiziert).
IEC 60793-2-10	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-2-10:2007 (nicht modifiziert).
IEC 60793-2-50	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-2-50:2008 (nicht modifiziert).
IEC 61300-3-6	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61300-3-6:2009 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, graphische Symbole und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Graphische Symbole	8
3.3 Abkürzungen	10
4 Messverfahren	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Kabelkonfigurationen und geeignete Prüfverfahren	11
4.3 Überblick über Messunsicherheiten	11
4.3.1 Allgemeines	11
4.3.2 Prüfkabel	12
4.3.3 Einkopplungsbedingungen an der Verbindung zur zu prüfenden Kabelanlage	12
4.3.4 Lichtquelle	12
4.3.5 Referenzleistung am Ausgang	12
4.3.6 Empfangene Referenzleistung	13
5 Prüfaufbau	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Lichtquelle	13
5.2.1 Stabilität	13
5.2.2 Spektralkennwerte	13
5.2.3 Vorlauffaser	13
5.3 Vorlauf- und Nachlauffaser	14
5.4 Austausch-/Ersatzkabel	14
5.5 Leistungsmessgerät – ausschließlich LSPM-Methode	14
5.6 OTDR-Prüfeinrichtung	14
5.7 Ausrüstung zur Reinigung und Sichtprüfung der Steckverbinder-Stirnflächen	15
5.8 Kupplungen	15
6 Durchführung	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Allgemeine Verfahren	15
6.2.1 Prüfkabelbehandlung	15
6.2.2 Vollständige Referenzmessungen (nur Verfahren mit LSPM)	16
6.2.3 Sichtprüfung und Reinigung der Faserenden in der Kabelanlage	16
6.2.4 Durchführung der Messungen	16
6.2.5 Durchführung der Berechnungen	16
6.3 Kalibrierung	16

	Seite
6.4 Sicherheit	16
7 Berechnungen	16
8 Dokumentation	17
8.1 Angaben für jede Prüfung	17
8.2 Angaben, die zur Verfügung zu stellen sind	17
Anhang A (normativ) Referenzmessung mit einem Prüfkabel	18
Anhang B (normativ) Referenzmessung mit drei Prüfkabeln	20
Anhang C (normativ) Referenzmessung mit zwei Prüfkabeln	22
Anhang D (normativ) Optisches Zeitbereichsreflektometer	24
Anhang E (normativ) Anforderungen an die Quellenkennwerte für die Messung von Mehrmodenfasern	30
Anhang F (informativ) Beispiele für Messunsicherheiten	33
Anhang G (informativ) Angaben zur OTDR-Konfiguration	42
Anhang H (informativ) Verifizierung der Prüfkabel-Einfügedämpfung	50
Literaturhinweise	58
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	59

Bilder

Bild 1 – Steckverbindersymbole	9
Bild 2 – Symbol für eine zu prüfende Kabelanlage	9
Bild 3 – OTDR-Schaltbild	15
Bild A.1 – Referenzmessung	19
Bild A.2 – Prüfmessung	19
Bild B.1 – Referenzmessung	20
Bild B.2 – Prüfmessung	21
Bild C.1 – Referenzmessung	22
Bild C.2 – Prüfmessung	23
Bild C.3 – Prüfmessung für Steckverbinder mit Stecker/Buchsen-Form	23
Bild D.1 – Prüfmessung für das Verfahren mit OTDR	25
Bild D.2 – Position der Anschlüsse	26
Bild D.3 – Graphische Ermittlung von F_1 und F_2	27
Bild D.4 – Graphische Ermittlung von F_1 , F_{11} , F_{12} und F_2	28
Bild E.1 – Beispiel einer EF-Maske	31
Bild F.1 – Leistungsausgangsmessung	35
Bild F.2 – Verifikation der Verbindung mit Referenzqualität	36
Bild F.3 – Zwei Spleiße mit Versatz	36
Bild F.4 – Fünf Spleiße mit Versatz	36
Bild F.5 – EF, mittig	38
Bild F.6 – EF, untererregt	38

	Seite
Bild F.7 – EF, vollangeregt.....	39
Bild F.8 – Dämpfung L1 mit Wickeldorn.....	39
Bild F.9 – Dämpfung L1 mit Wickeldorn und Moden-Konditionierer (MC)	40
Bild F.10 – Dämpfung L2 (angepasst) mit Wickeldorn.....	40
Bild F.11 – Dämpfung L2 (angepasst) mit Wickeldorn und Moden-Konditionierer (MC).....	40
Bild F.12 – Dämpfung L3 (angepasst) mit Wickeldorn.....	41
Bild F.13 – Dämpfung L3 (angepasst) mit Wickeldorn und Moden-Konditionierer (MC).....	41
Bild G.1 – Messung der Dämpfung von Spleiß und Makrobiegung	45
Bild G.2 – Dämpfungsmessung mit stark reflektierenden Steckverbindern.....	46
Bild G.3 – Dämpfungsmessung einer kurzen Lichtwellenleiterfaser.....	46
Bild G.4 – OTDR-Messkurve mit Geisterbild	47
Bild G.5 – Positionsmarkenanordnung	48
Bild H.1 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	51
Bild H.2 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	52
Bild H.3 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	53
Bild H.4 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	53
Bild H.5 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	53
Bild H.6 – Ermittlung des Leistungspegels	54
Bild H.7 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	54
Bild H.8 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	55
Bild H.9 – Ermittlung des Leistungspegels P_5	55
Bild H.10 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	56
Bild H.11 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	56
 Tabellen	
Tabelle 1 – Kabelkonfigurationen.....	11
Tabelle 2 – Konfigurationen und Prüfverfahren	11
Tabelle 3 – Spektralanforderungen.....	13
Tabelle E.1 – Toleranzschwelle	31
Tabelle E.2 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 50 µm bei 850 nm	32
Tabelle E.3 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 50 µm bei 1 300 nm	32
Tabelle E.4 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 62,6 µm bei 850 nm	32
Tabelle E.5 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 62,5 µm bei 1 300 nm	32
Tabelle F.1 – Erwartete Dämpfung zu den Beispielen (Anmerkung 1).....	33
Tabelle G.1 – Vorgabewerte für den effektiven Gruppenbrechungsindex.....	44

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61280-4 gilt für Dämpfungsmessungen an installierten Übertragungsstrecken in Lichtwellenleiter-Kabelanlagen mit Mehrmodenfasern und einer üblichen Länge von bis zu 2 000 m. Diese Kabelanlagen können Mehrmodenfasern, Steckverbinder, Kupplungen und Spleiße umfassen.

Die Normen für Verkabelungsrichtlinien wie ISO/IEC 11801, ISO/IEC 24702 und ISO/IEC 24764 enthalten Spezifikationen für diese Art von Kabelanlagen. Hinsichtlich der Prüfverfahren dieser Norm wird auf ISO/IEC 14763-3 Bezug genommen, welche diese Verkabelungsrichtlinien unterstützt.

Die hier behandelten Fasertypen sind Mehrmodenfasern der Kategorie A1a (50/125 µm) und A1b (62,5/125 µm) nach IEC 60793-2-10. Dämpfungsmessungen an Übertragungsstrecken für andere Kategorien von Mehrmodenfasern können nach den Ansätzen dieses Dokuments durchgeführt werden, die Anregungsbedingungen für andere Kategorien sind jedoch noch nicht definiert.

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 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 61280-1-3, *Fibre optic communication subsystem basic test procedures – Part 1-3: Test procedures for general communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement*

IEC 61280-1-4, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method*¹⁾

IEC 61300-3-35, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Fibre optic cylindrical connector endface visual inspection*

IEC 61315, *Calibration of fibre-optic power meters*

IEC 61745, *End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets*

IEC 61746, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDRs)*

3 Begriffe, graphische Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe, Schaltzeichen und Abkürzungen.

3.1 Begriffe

3.1.1

Dämpfung

Verringerung der optischen Leistung durch die Übertragung über ein Medium, wie zum Beispiel eine Kabelanlage, angegeben als L (dB)

$$L = 10 \log_{10}(P_{\text{in}}/P_{\text{out}})$$

¹⁾ Eine neue Ausgabe wird vorbereitet.

Dabei sind P_{in} und P_{out} die Leistungen am Eingang und am Ausgang der Kabelanlage, die gewöhnlich in mW angegeben werden.

3.1.2

Leistungsmessgerät der Lichtquelle

LSPM

ein aus Lichtquelle (en: light source – LS), Leistungsmessgerät (en: power meter – PM) und den entsprechenden Prüfkabeln bestehendes Prüfsystem, das zur Dämpfungsmessung einer LWL-Kabelanlage verwendet wird

3.1.3

optisches Reflektometer im Zeitbereich

OTDR

(en: optical time domain reflectometer)

ein aus OTDR und den entsprechenden Prüfkabeln bestehendes Prüfsystem, das zur Beurteilung und Messung der Dämpfung in der LWL-Kabelanlage und der darin enthaltenen spezifischen Bauteile verwendet wird

3.1.4

Prüfkabel

abgeschlossenes Lichtwellenleiterkabel zum Anschluss der Lichtquelle oder des Empfängers an die Verkabelung bzw. zur Aufnahme einer geeigneten Schnittstelle zu der zu prüfende Kabelanlage

ANMERKUNG Es gibt fünf Typen von Prüfkabeln:

- Vorlauffaser: zum Anschluss der Lichtquelle an die Kabelanlage;
- Empfangskabel: zum Anschluss der Kabelanlage an das Leistungsmessgerät (nur LSPM);
- Nachlauffaser: ist am entfernten Ende der Kabelanlage angeschlossen, wenn am nahen Ende ein OTDR eingesetzt ist; das ermöglicht die Dämpfungsbewertung der gesamten Kabelanlage einschließlich der Verbindung am entfernten Ende;
- Adapterkabel: dient bei einer geforderten Prüfkongfiguration als Übergang zwischen Buchsen oder anderen nicht kompatiblen Steckverbindern;
- Austausch kabel: Prüfkabel, das für eine Referenzmessung verwendet, aber bei der Dämpfungsmessung der zu prüfenden Kabelanlage ersetzt wird.

3.1.5

bidirektionale Messung

zwei Messungen an derselben Faser, welche durch Einkopplung des Lichts in die beiden entgegengesetzten Enden dieser Faser erfolgen

3.1.6

Konfiguration

Form und Anordnung der Bauteile oder Komponenten wie Abschlüsse, Verbindungen und Spleiße

3.1.7

eingeschlossener Strahlungsfluss

EF

(en: encircled flux)

Anteil der kumulativen Leistung des Nahfeldes gegenüber der Gesamtausgangsleistung als Funktion des radialen Abstands vom optischen Zentrum des Kerns

3.1.8

Abschluss mit Referenzqualität

Stecker (3.1.10) eines **Steckverbinders** (3.1.9), mit strengen Grenzwerten einen Lichtwellenleiter mit strengen Toleranzen abschließend, so dass die erwartete Dämpfung einer Steckverbindung mit zwei dieser Baugruppen höchstens 0,1 dB beträgt

BEISPIEL: Zum Beispiel kann eine Kerndurchmessertoleranz von $\pm 0,7 \mu\text{m}$ (sind noch weiter zu untersuchen) notwendig sein. Andere Fasertoleranzen sind noch weiter zu untersuchen.

ANMERKUNG 1 Eine für den Prüfaufbau (3.1.6) erforderliche Kupplung (3.1.11) muss als Bestandteil eines solchen Abschlusses Referenzqualität aufweisen.

ANMERKUNG 2 Über diese Definition wird weiter beraten. Sobald eine vollständigere Definition in einem Dokument verfügbar ist, wird diese durch einen Verweis ersetzt.

3.1.9

LWL-Steckverbinder

Bauelement, das die Kontinuität der Übertragung zwischen optischen Fasern sichert und das üblicherweise an einem Geräteausgang oder am Ende eines Lichtwellenleiterkabels angebracht ist, um die Verbindung bzw. Trennung zu ermöglichen

[IEC/TR 61931, Definition 2.6.1]

3.1.10

Stecker

Steckerseite eines Steckverbinders

[IEC/TR 61931, Definition 2.6.2]

3.1.11

Kupplung

Buchsen- und Steckerseite eines Steckverbinders, in die ein oder zwei Stecker eingesteckt und ausgerichtet werden

[IEC/TR 61931:1998, Definition 2.6.4]

3.1.12

Steckverbinder-Buchse

Steckverbinder, in dem der Adapter einschließlich der Ausrichtungsvorrichtung eingebaut ist und der dauerhaft an einer Seite der Verbindung auf dem Stecker eines Steckverbinders aufgesteckt ist

ANMERKUNG Beispiele dafür sind die SG-Steckverbinder und viele Steckverbinder für extrem harte Umgebungsbedingungen.

3.1.13

Referenzprüfverfahren

RTM

(en: reference test method)

Prüfverfahren, das zur Lösung eines Streitfalls angewandt wird.

3.2 Graphische Symbole

Die folgenden, verschiedene Anschlussmöglichkeiten darstellenden graphischen Symbole sind IEC 61930 entnommen.

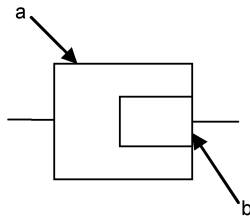


Bild 1a – Stecker/Buchsen-Kombination

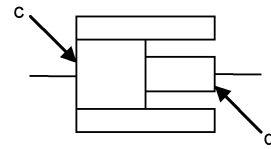


Bild 1b – Steckverbindersatz (Stecker, Kupplung, Stecker)

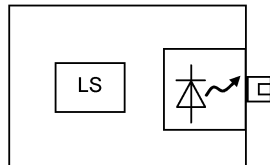


Bild 1c – Lichtquelle

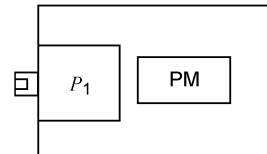


Bild 1d – Leistungsmessgerät

Legende

a	Buchse	d	in Stecker-Kupplung eingesteckter Stecker
b	Stecker	LS	Lichtquelle
c	Stecker-Kupplung	PM	Leistungsmessgerät

Bild 1 – Steckverbindersymbole

ANMERKUNG 1 In Bild 1b und an anderen Stellen in dieser Norm werden die Stecker mit unterschiedlichen Größen dargestellt, um zu verdeutlichen, dass die eingebauten Adapter an der Kabelanlage und nicht am Prüfkabel angeschlossen sind, oder umgekehrt. Im Bild 1b ist die Kupplung am linken Stecker befestigt.

ANMERKUNG 2 Die Abschlüsse mit Referenzqualität sind grau schraffiert.

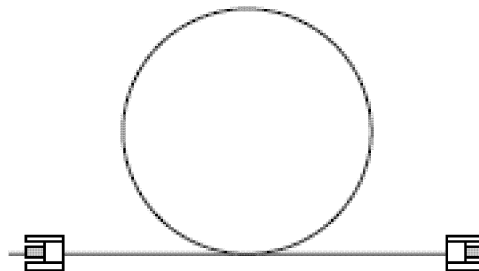


Bild 2 – Symbol für eine zu prüfende Kabelanlage

Die den Messaufbau darstellenden Bilder in den Anhängen A bis D zeigen die zu prüfende Kabelanlage als Ring, wie in Bild 2 dargestellt. Auch wenn nur ein LWL-Ring abgebildet ist, können außer den abschließenden Steckverbindern zusätzliche Spleiße und Steckverbinder enthalten sein. Zu beachten ist, dass bei der Messung der Dämpfung der Kabelanlage die an den abschließenden Steckverbindern auftretende Dämpfung getrennt von der der Verkabelung betrachtet werden muss.

ANMERKUNG 3 In Bild 2 wird die Kabelanlage mit aufgesteckten Kupplungen dargestellt, und auf die Kupplungen sind die zu den Prüfkabeln gehörenden Stecker mit Referenzqualität aufgesteckt.

3.3 Abkürzungen

EF	eingeschlossener Strahlungsfluss (en: encircled flux)
LSA	Methode der kleinsten quadratischen Abweichung (en: least squares approximation)
LSPM	Leistungsmessgerät der Lichtquelle (en: light source power meter)
OTDR	Optisches Zeitbereichsreflektometer (en: optical time domain reflectometer)
RTM	Referenzprüfverfahren (en: reference test method)

4 Messverfahren

4.1 Allgemeines

Es sind vier Messverfahren vorgesehen. Diese vier Messverfahren, bei denen Prüfkabel als Schnittstelle zur Kabelanlage verwendet werden, haben folgende Bezeichnungen:

- Referenzmethode mit einem Prüfkabel;
- Referenzmethode mit drei Prüfkabeln;
- Referenzmethode mit zwei Prüfkabeln;
- OTDR-Methode.

Um die Dämpfung zu ermitteln, wird bei den ersten drei Verfahren bei der Messung der Leistung am Eingang und am Ausgang der zu prüfenden Kabelanlage eine Lichtquelle und ein Leistungsmessgerät (LSPM) verwendet. Der hauptsächliche Unterschied zwischen diesen Verfahren besteht in der Art wie der Eingangsleistungspegel, bekannt als Bezugsleistungspegel, gemessen wird, und dementsprechend die Einbeziehung oder die Ausgrenzung der zu den Anschlüssen der zu prüfenden Kabelanlage gehörenden Dämpfung und die mit diesen Anschlüssen verbundenen Ungenauigkeiten. Die Messung des Eingangsleistungspegels wird im Allgemeinen als „Bezugsleistungs-Ermittlung“ oder „Normalisierung“ bezeichnet.

Der in dieser Beschreibung der Prüfverfahren verwendete Begriff „Referenz“ bezieht sich auf den Vorgang der Messung der Eingangsleistung und nicht auf den Status der Prüfung.

Bei der Referenzmessung mit einem Prüfkabel ist die zu den Anschlüssen an beiden Enden der zu prüfenden Kabelanlage gehörende Dämpfung mit eingeschlossen. Die Referenzmessung mit drei Prüfkabeln versucht die zu den Anschlüssen an beiden Enden der zu prüfenden Kabelanlage gehörende Dämpfung auszuschließen. Bei der Referenzmessung mit zwei Prüfkabeln ist in der Regel die zu einem der Anschlüsse der zu prüfenden Kabelanlage gehörende Dämpfung mit eingeschlossen.

ANMERKUNG Die für ein Übertragungssystem festgelegte höchste zulässige Dämpfung für die Kabelanlage (z. B. optische Leistungssumme oder Kanaleinfügedämpfung) schließt üblicherweise die Anschlüsse zur Übertragungseinrichtung aus. Demnach ist es angebracht, die Referenzmessung mit drei Prüfkabeln anzuwenden, da hier der direkte Anschluss der Kabelanlage an das Übertragungssystem vorgesehen ist.

Bei der OTDR-Methode werden kurze Lichtimpulse in die Kabelanlage ausgesendet, und die rückgestreute Leistung wird als Funktion der Laufzeit bzw. der Faserlänge gemessen. Damit ist auch die Ermittlung der Dämpfungswerte der einzelnen Komponenten innerhalb der Kabelanlage möglich. Es ist nicht notwendig, eine gesonderte Referenzmessung anzufügen. Die Anforderungen an die Vorlauffaser und die Nachlauffaser sind in [Anhang D](#) festgelegt.

Die Messunsicherheiten bei den verschiedenen Verfahren sind in den entsprechenden Anhängen angegeben. Einen Überblick über diese Messunsicherheiten enthält [4.2](#).

Allgemeine Anforderungen an Ausrüstung, Verfahren und die Berechnungen, die alle Verfahren betreffen, sind im Hauptteil dieser Norm enthalten. Die Anforderungen, die jedes einzelne Verfahren speziell betreffen, sind in den [Anhängen A bis F](#) festgelegt. Im Hauptteil sind ebenfalls die zur Reinigung und Sichtprüfung der Steckverbinder-Stirnflächen zugehörigen Verfahren enthalten.

4.2 Kabelkonfigurationen und geeignete Prüfverfahren

In dieser Norm wird davon ausgegangen, dass die Lichtwellenleiter-Kabelanlage mit einer der drei in Tabelle 1 enthaltenen Konfigurationen ausgerüstet ist. Wenn die Kabelanlage mit einer Kupplung abgeschlossen ist, muss das Prüfkabel mit einem Stecker abgeschlossen sein und umgekehrt.

Tabelle 1 – Kabelkonfigurationen

Konfiguration	Beschreibung
A	An beiden Enden der Verkabelung sind in Stecker eingebaute Kupplung oder Buchsen angeschlossen.
B	Stecker an beiden Enden.
C	Gemischt, das eine Ende der Verkabelung ist mit einer Kupplung abgeschlossen, das andere Ende mit einem Stecker.

Die Unterschiede bei den für die Messung der Kabelanlage angewandten Prüfverfahren hängen von der Kabelkonfiguration ab. Eine übliche Kabelkonfiguration besitzt beispielsweise Kupplung oder Buchsen an beiden Enden der Kabelanlage (z. B. im Bereich von Rangierfeldern), um mit Geräteanschlusskabeln eine Verbindung zu den elektronischen Geräten herzustellen. Dies entspricht der Konfiguration A. In diesem Fall wird die Referenzmessung mit einem Prüfkabel angewandt, um die zu den Steckverbindern an beiden Enden der Verkabelung gehörende Dämpfung mit einzuschließen. Ein weiteres Beispiel ist eine Kabelkonfiguration, bei der an beiden Enden der Kabelanlage für die Verbindung zu den elektronischen Geräten Geräteanschlusskabel angebracht sind. Dies entspricht der Konfiguration B. In diesem Fall wird die Referenzmessung mit drei Prüfkabeln angewandt, um die Dämpfung der Stecker an den Enden auszuschließen.

In Tabelle 2 sind die durch die Konfigurationen A, B und C festgelegten Prüfverfahren aufgeführt, die angewandt werden sollten. Das Referenzprüfverfahren (RTM) weist die genaueste Messung aus. Unter bestimmten Umständen oder für andere Normen dürfen die alternativen Prüfverfahren zu Anwendung kommen, die aber im Vergleich zum Referenzprüfverfahren eine geringere Messgenauigkeit haben. Wenn nichts anderes festgelegt ist, müssen an den Prüfkabeln Abschlüsse mit Referenzqualität verwendet werden, wie in 5.2.3, 5.3 und 5.4 beschrieben, um Unstimmigkeiten auszuschließen.

Tabelle 2 – Konfigurationen und Prüfverfahren

Konfiguration	RTM	Alternatives Prüfverfahren
A	Anhang A	Anhang B ^{a)}
B	Anhang B	–
C	Anhang C	Anhang B
^{a)} Für den Fall, dass Steckverbinder, mit oder ohne Führungsstifte oder Stecker/Steckverbinder-Buchse verwendet werden, wie z. B. MTRJ, SG oder Steckverbinder für extrem harte Umgebungsbedingungen, das Leistungsmessgerät aber keinen Steckverbinder der Vorlauffaser annimmt, der keine Führungsstifte hat oder ein Stecker ist, kann nach Bild C.3 verfahren werden.		
ANMERKUNG Diese Konfigurationen, RTMs und Anhänge sind auf die entsprechenden Frequenzen bezogen, bei denen die verschiedenen Konfigurationen üblicherweise angewandt werden.		

4.3 Überblick über Messunsicherheiten

4.3.1 Allgemeines

Die Messunsicherheiten werden durch den Typ der zu messenden Faser, der Anschlüsse der Kabelanlage und der angewandten Messmethode beeinflusst. Ausführlichere Betrachtungen siehe in [Anhang F](#).

4.3.2 Prüfkabel

Hauptsächlich werden die Messunsicherheiten von der Verbindung der abgeschlossenen Kabelanlage zur Prüfeinrichtung hervorgerufen. Wenn die Kabelanlage mit anderen Lichtwellenleitern oder Übertragungseinrichtungen verbunden ist, kann die zu den Verbindungen des Prüfkabels gehörende Dämpfung unterschiedlich zu der vorhandenen Dämpfung sein. Die Verwendung von Abschlüssen mit Referenzqualität an den Prüfkabeln verringert die Messungenauigkeit und verbessert die Wiederholbarkeit der Messung, die Zuordnung für eine annehmbare Dämpfung hat sich jedoch geändert, wie der [Tabelle F.1](#) zu entnehmen ist.

4.3.3 Einkopplungsbedingungen an der Verbindung zur zu prüfenden Kabelanlage

Eine zusätzliche Ursache der Messunsicherheit für alle Prüfverfahren hängt mit den Kennwerten der Lichtquelle an der Endfläche des Vorlaufkabels zusammen. Verschiedene Intensitätsbereiche werden bezüglich der radialen Position unterschiedlich gedämpft, abhängig davon, wie die Verbindungen in der Verkabelung gefunden werden, und von dem radialen Versatz zwischen Faserkern und diesen Verbindungspunkten. Gewöhnlich ist die Dämpfung für den Außenbereich größer als für den Innenbereich. Dies ist als Moden-Dämpfungsunterschied bekannt.

Um Messungen durchzuführen, die den in der Übertragungseinrichtung enthaltenen Quellentypen entsprechen, muss eine eingeschränkte und keine vollangeregte Einkopplung zur Anwendung kommen. Die Grenzwerte bei dieser eingeschränkten Einkopplung (siehe [Anhang E](#)) sind für eine Anzahl definierter Bedingungen, wenn der Kerndurchmesser der Faser der Vorlauffaser dem mittleren Vorgabewert (Nennwert des Fasertyps) entspricht, so festgelegt, dass sich Dämpfungsabweichungen von höchstens $\pm 10\%$ zur vorgegebenen Dämpfung ergeben.

Bei der OTDR-Methode wird der Moden-Dämpfungsunterschied nicht nur durch die sich aus der Weiterleitung durch jede Verbindung ergebende Modeneinkopplung beeinflusst, sondern auch durch die Modeneinkopplung aus der durch jede Verbindung resultierenden rückgestreuten Leistung in die entgegengesetzte Richtung. Durch die Nahfeldgrenzen der Vorlauffaser wird darauf etwas Einfluss genommen, die Bewertung der Ergebnisse ist aber nicht so gut wie bei der LSPM-Methode. Am Koppler im OTDR können auch auf dem Weg zu einem bei einer externen Prüfung nicht betroffenen Empfänger zusätzlich Moden-Dämpfungsunterschiede auftreten. Durch bidirektionale Prüfung (siehe [G.6](#)) kann die Messunsicherheit verringert werden.

4.3.4 Lichtquelle

Bei den Dämpfungsmessungen sind die folgenden Ursachen für Messunsicherheiten von Bedeutung:

- Wellenlänge der Quelle – verursacht Lichtwellenleiterdämpfungsabweichungen zwischen der Wellenlänge der Quelle und der Übertragungswellenlänge des Verkabungssystems.
- Spektralbreite – große Spektralbreiten verursachen Lichtwellenleiterdämpfungsabweichungen zwischen der Wellenlänge der Quelle und der Übertragungswellenlänge des Verkabungssystems, niedrigere Spektralbreiten können zu Modenrauschen führen.
- Nichtlinearität des Leistungsmessgerätes – Linearitätsfehler des Leistungsmessgerätes.

4.3.5 Referenzleistung am Ausgang

Eine der wichtigsten Quellen der Messunsicherheit für die Verfahren, die ein LSPM verwenden, besteht in der Leistungsschwankung der Lichtquelle zur Vorlauffaser aufgrund mechanischer Toleranzen. Um diese Messunsicherheit zu verringern, sollte jedes Mal, wenn die Verbindung am Steckverbinder durch die Beanspruchung oder durch Trennung unterbrochen wird, eine Referenzbestimmung der Leistung durchgeführt werden.

Bei den Verfahren mit LSPM ist eine Referenzmessung notwendig, um die Ausgangsleistung der Vorlauffaser, welches an das zu prüfende Kabel oder die Kabelanlage angeschlossen wird, zu ermitteln. Diese Messung sollte jedes Mal erfolgen, wenn die Vorlauffaser an die Quelle angeschlossen wird, da diese Einkopplung jedes Mal etwas unterschiedlich ausfallen kann.

4.3.6 Empfangene Referenzleistung

Wenn der Empfänger des Leistungsmessgeräts groß genug ist, um das gesamte einfallende Licht zu erfassen, dann ist die Empfangskabeleinkopplung zum Leistungsmessgerät gering und ist nicht zu berücksichtigen. Unter anderen Umständen (einschließlich Empfänger mit Faseranschluss) muss die herbeigeführte Unsicherheit in die gesamte Messunsicherheit mit einbezogen werden.

5 Prüfaufbau

5.1 Allgemeines

Die speziell für die bestimmten Verfahren geltenden Anforderungen an den Prüfaufbau sind den [Anhängen A bis D](#) zu entnehmen. In diesem Abschnitt sind die gemeinsamen Anforderungen enthalten, die für den Prüfaufbau der LSPM-Methoden gelten.

5.2 Lichtquelle

5.2.1 Stabilität

Die Lichtquelle ist als Ausgang der Vorlauffaser definiert. Dies wird durch Weiterleiten des Ausgangs einer geeigneten Strahlungsquelle wie einem Laser oder einer lichtemittierenden Diode in die Vorlauffaser realisiert. Die Quelle muss während der Dauer des gesamten Messverfahrens eine stabile Lage, Wellenlänge und Leistung besitzen.

5.2.2 Spektralkennwerte

Die Spektralbreite der Lichtquelle muss bei der Messung nach IEC 61280-1-3 die Anforderungen in Tabelle 3 erfüllen.

Tabelle 3 – Spektralanforderungen

Mittenwellenlänge nm	Bereich der Spektralbreite, Halbwertsbreite nm
850 ± 30	30 ^{a)} bis 60
1 280 bis 1 350	100 ^{a)} bis 140
^{a)} Der Kleinstwert des Bereichs der Spektralbreite gilt nur für die LSPM-Methode.	

5.2.3 Vorlauffaser

Die Faser in der Vorlauffaser muss, was den Kerndurchmesser und die numerische Apertur betrifft, der gleiche Fasertyp sein wie der in der zu prüfenden Kabelanlage, an die es angeschlossen werden soll, aber nicht unbedingt die gleiche Bandbreite besitzen. Die Vorlauffaser muss eine Länge von 1 m bis 5 m haben, außer bei der OTDR-Methode. Zur Länge dieser Vorlauffaser siehe [Anhang D](#).

Die Anforderungen an das von der Vorlauffaser kommende Nahfeldprofil, die in [Anhang E](#) zu finden sind, müssen eingehalten werden. Die geforderten Einkopplungsbedingungen können unter Einbeziehung der sich innerhalb der Lichtquelle befindenden Betriebsmittel oder durch Anwendung von Moden-Controller oder Moden-Konditionierer am oder in Reihe mit der Vorlauffaser erreicht werden.

Der die Vorlauffaser abschließende Steckverbinder oder die Kupplung muss zur Kabelanlage kompatibel sein und sollte Referenzqualität haben, um die auftretenden Messunsicherheiten klein zu halten.

5.3 Vorlauf- und Nachlauffaser

Die Faser in der Nachlauffaser muss der gleiche Fasertyp sein und die Nennwerte des Kerndurchmessers und der numerische Apertur besitzen, wie die in der zu prüfenden Kabelanlage.

Der die Vorlauffaser abschließende Steckverbinder oder die Kupplung muss zu der Kabelanlage kompatibel sein und sollte Referenzqualität haben, um die auftretenden Messunsicherheiten klein zu halten.

Der Abschluss eines Empfangskabels an der Verbindung zum Leistungsmessgerät muss mit dem des Leistungsmessgerätes kompatibel sein.

Wird eine unidirektionale Prüfung durchgeführt, ist für das entfernte Ende der für die OTDR-Prüfung verwendeten Nachlauffaser kein Abschluss mit Referenzqualität notwendig. Bei bidirektionaler Prüfung wird die Nachlauffaser zur Vorlauffaser (siehe Anhang I) und muss mit den Anforderungen in [5.2.3](#) übereinstimmen.

5.4 Austausch-/Ersatzkabel

Die Faser im Austausch-/Ersatzkabel muss der gleichen Kategorie angehören und die Nennwerte des Kerndurchmessers und der numerische Apertur besitzen, wie die Faser in der zu prüfenden Kabelanlage.

Der die Vorlauffaser abschließende Steckverbinder oder die Kupplung muss zu der Kabelanlage kompatibel sein und sollte Referenzqualität haben, um die auftretenden Messunsicherheiten klein zu halten.

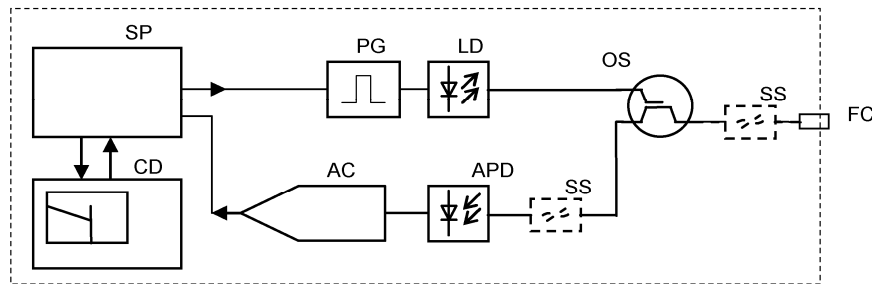
5.5 Leistungsmessgerät – ausschließlich LSPM-Methode

Das Leistungsmessgerät muss den Bereich der Leistung einschließlich der in die Kabelanlage eingekoppelten Leistung messen können, in dem die Kabelanlage gewöhnlich arbeitet. Das Leistungsmessgerät muss nach IEC 61315 kalibriert werden. Es muss eine Empfangsoberfläche ausreichender Größe besitzen, um die gesamte von einer Faser in das Gerät abgegebene Leistung zu erfassen. Wird eine Anschlussfaser verwendet, muss diese ausreichend groß sein, um die gesamte vom Prüfkabel abgegebene Leistung aufzunehmen.

5.6 OTDR-Prüfeinrichtung

Im [Bild 3](#) ist das Schaltbild einer OTDR-Prüfeinrichtung mit einem einfachen Anschlusspunkt dargestellt. Im [Anhang D](#) sind die Anforderungen an die Länge des Vorlaufkabels und die anderen die OTDR-Messung betreffenden Besonderheiten ausführlich beschrieben. Des Weiteren gelten die Anforderungen von [5.1](#).

Um sehr genaue und wiederholbare Messungen zu erhalten, wird entweder vor oder nach dem optischen Teiler ein Speckle-Mischer empfohlen, jedoch nicht gefordert, der genauso wirkt wie der in IEC 61280-1-4 beschriebene Faserrüttler, um die Auswirkungen der Kohärenz des Modenrauschens zu verringern.



Legende

PG	Pulsgenerator	APD	Avalanche-Fotodiode
LD	Laserdiode	AC	Verstärker und Wandler
OS	optischer Teiler	SP	Signalprozessor
SS	Speckle-Mischer (freigestellt)	CD	Bedienteil und Anzeige
FC	Frontplatten-Steckverbinder		

Bild 3 – OTDR-Schaltbild

5.7 Ausrüstung zur Reinigung und Sichtprüfung der Steckverbinder-Stirnflächen

Die Reinigungsausrüstung (einschließlich Geräte und Reinigungsmittel) und die Reinigungsmethoden müssen für die zu reinigenden Steckverbinder geeignet sein. Wenn daran Zweifel bestehen, sind die Anweisungen des Lieferanten der Steckverbinder heranzuziehen.

Mit einem Mikroskop nach IEC 61300-3-35 (niedrige Auflösung) ist nachzuweisen, dass Faser- und Steckverbinder-Stirnflächen der Prüfkabel sauber und frei von Beschädigungen sind. Es sind Mikroskope mit Kupplungen erforderlich, die mit den Steckverbindern kompatibel sind.

5.8 Kupplungen

Kupplungen müssen mit der entsprechenden Steckverbinderform kompatibel sein und die geforderte Referenzqualität der Abschlüsse ermöglichen.

6 Durchführung

6.1 Allgemeines

Anforderungen an die Durchführung, die für bestimmte Verfahren gelten, können den [Anhängen A bis D](#) entnommen werden.

Bei den Verfahren mit LSPM ist eine Referenzmessung, die vor der Messung der Kabelanlage durchzuführen ist, erforderlich. Die Einrichtung sollte vor Prüfbeginn daraufhin untersucht werden, wie viel Referenzmessungen durchgeführt werden müssen. Dies sollte generell geschehen, bevor eine Drift von höchstens 0,1 dB aufgetreten ist. Die Prüfumgebung (insbesondere die Temperatur) kann die Häufigkeit der Referenzmessungswiederholungen beeinflussen.

6.2 Allgemeine Verfahren

6.2.1 Prüfkabelbehandlung

Die Enden der Prüfkabel müssen frei von Schmutz und Staub und im Wesentlichen frei von Kratzern sein, siehe IEC 61300-3-35. Falls Verunreinigungen sichtbar sind, sollte eine Reinigung mit der Reinigungsausrüstung und den Reinigungsmitteln nach 5.7 durchgeführt werden.