

	DIN EN IEC 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
<p>ICS 33.180.01</p> <p>Ersatz für DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410):2010-07 Siehe Anwendungsbeginn</p> <p>Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 4-1: Lichtwellenleiter-Kabelanlagen – Mehrmoden-Dämpfungsmessungen (IEC 61280-4-1:2019); Deutsche Fassung EN IEC 61280-4-1:2019</p> <p>Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement (IEC 61280-4-1:2019); German version EN IEC 61280-4-1:2019</p> <p>Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques – Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal (IEC 61280-4-1:2019); Version allemande EN IEC 61280-4-1:2019</p> <p>Gesamtumfang 82 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p>		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2019-06-26 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2020-07-01.

Für **DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410):2010-07** besteht eine Übergangsfrist bis 2022-06-26.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410):2017-02.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in 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 dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- 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.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410):2010-07** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderungen in **Anhang F**, die den begrenzten Lichtstrom betreffen, zur Harmonisierung mit IEC TR 2614-2, jedoch ohne Änderung der in den **Tabellen 0160F.2 bis F.5** definierten Grenzwerte für den begrenzten Lichtstrom;
- b) Ergänzung eines Verfahrens mit Gerätekabeln in **Anhang D**;
- c) Aufnahme einer Prüfung für biegungsunempfindliche Mehrmodenfasern;
- d) Aktualisierungen der Messunsicherheit;
- e) Definition zusätzlicher Verkabelungskonfigurationen;
- f) Änderungen an **Tabelle 5** zu spektralen Anforderungen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61280-4-1: 2004-12

DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410): 2010-07

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 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-581	a	–
EN IEC 60793-1-40	IEC 60793-1-40	DIN EN 60793-1-40 (VDE 0888-240)	VDE 0888-240
EN 60793-2	IEC 60793-2	DIN EN 60793-2 (VDE 0888-300)	VDE 0888-300
EN 60793-2-10	IEC 60793-2-10	DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321)	VDE 0888-321
EN IEC 60793-2-50	IEC 60793-2-50	DIN EN IEC 60793-2-50 (VDE 0888-325)	VDE 0888-325
EN IEC 60794-2-21	IEC 60794-2-21	DIN EN IEC 60794-2-21 (VDE 0888-11)	VDE 0888-11
EN 60825-2	IEC 60825-2	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2)	VDE 0837-2
EN 61280-1-3	IEC 61280-1-3	DIN EN 61280-1-3 (VDE 0888-410-13)	VDE 0888-410-13
EN 61280-1-4	IEC 61280-1-4	DIN EN 61280-1-4 (VDE 0885-801-4)	VDE 0885-801-4
EN 61300-3-6	IEC 61300-3-6	DIN EN 61300-3-6	–
EN IEC 61300-3-35	IEC 61300-3-35	DIN EN IEC 61300-3-35	–
EN 61300-3-45	IEC 61300-3-45	DIN EN 61300-3-45	–
EN 61315	IEC 61315	DIN EN 61315	–
EN 61745	IEC 61745	DIN EN 61745	–
EN 61746-2	IEC 61746-2	DIN EN 61746-2	–
EN 61755-6-1	IEC 61755-6-1	DIN EN 61755-6-1	–
EN IEC 61755-6-2	IEC 61755-6-2	DIN EN IEC 61755-6-2	–
EN 62664-1-1	IEC 62664-1-1	DIN EN 62664-1-1	–
–	IEC TR 61930	–	–

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC TR 61931:1998	–	–
EN 62614:2010	IEC 62614:2010	DIN EN 62614:2011-04	–
–	IEC TR 62627-01	DIN IEC/TR 62627-01 (DIN SPEC 42627-01)	–
–	ISO/IEC 14763-3	DIN ISO/IEC 14763-3 (VDE 0800-763-3)	VDE 0800-763-3
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60793-1-40 (VDE 0888-240), *Lichtwellenleiter – Teil 1-40: Messmethoden und Prüfverfahren – Dämpfung*

DIN EN 60793-2 (VDE 0888-300), *Lichtwellenleiter – Teil 2: Produktspezifikationen – Allgemeines*

DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321), *Lichtwellenleiter – Teil 2-10: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Mehrmodenfasern der Kategorie A1*

DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325), *Lichtwellenleiter – Teil 2-50: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Einmodenfasern der Kategorie B*

DIN EN IEC 60794-2-21 (VDE 0888-11), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 2-21: LWL-Innenkabel – Bauartspezifikation für Mehrfaserverteilerkabel für anwendungsneutrale Standortverkabelung*

DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS)*

DIN EN 61280-1-3 (VDE 0888-410-13), *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-3: Prüfverfahren für allgemeine Kommunikationsuntersysteme – Messung von Mittelwellenlänge und Spektralbreite*

DIN EN 61280-1-4 (VDE 0885-801-4), *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-4: Allgemeine Kommunikationsuntersysteme – Verfahren zur Messung des begrenzten Lichtstroms einer Strahlungsquelle*

DIN EN 61300-3-6, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 3-6: Untersuchungen und Messungen – Rückflusssdämpfung*

DIN EN IEC 61300-3-35, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 3-35: Untersuchungen und Messungen – Visuelle Inspektion von Lichtwellenleiter-Steckverbindern und Faser-Stub-Transceivern*

DIN EN 61300-3-45, *Lichtwellenleiter - Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 3-45: Untersuchungen und Messungen – Dämpfung von zufällig gesteckten Mehrfasersteckverbindern*

DIN EN 61315, *Kalibrierung von Lichtwellenleiter-Leistungsmessern*

DIN EN 61745, *Endflächen-Bildanalyseverfahren für die Kalibrierung von Prüfeinrichtungen für die Geometrie von Lichtwellenleitern*

DIN EN 61746-2, *Kalibrierung optischer Rückstreuungsmessgeräte (OTDR) – Teil 2: OTDR für Mehrmodenfasern*

DIN EN 61755-6-1, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 6-1: Verbindung von nicht abgeschrägten Mehrmodenfasern mit 50 µm Kerndurchmesser mit physikalischem Kontakt*

DIN EN IEC 61755-6-2, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 6-2: Verbindung von nicht abgeschrägten Mehrmodenfasern mit 50 µm Kerndurchmesser mit physikalischem Kontakt zum Einsatz in Referenzsteckverbindern – Anwendungen bei einer Wellenlänge von 850 nm unter Verwendung von herkömmlichen biegeempfindlichen Fasern*

DIN EN IEC 61280-4-1 (VDE 0888-410):2020-07

DIN EN 62664-1-1, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Lichtwellenleiter – Steckverbinder Produktnormen – Teil 1-1: LC-PC-Duplex Mehrmoden-Steckverbinder zum Anschluss an Fasern der Kategorie A1a nach IEC 60793-2-10*

DIN EN 62614:2011-04, *Lichtwellenleiter – Anforderungen an die Anregungsbedingungen für Mehrmoden-Dämpfungsmessungen (IEC 62614:2010); Deutsche Fassung EN 62614:2010*

DIN IEC/TR 62627-01 (DIN SPEC 42627-01), *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Teil 01: Reinigungsverfahren für Lichtwellenleiter-Steckverbinder*

DIN ISO/IEC 14763-3 (VDE 0800-763-3), *Informationstechnik – Errichtung und Betrieb von Standortverkabelung – Teil 3: Messung von Lichtwellenleiterverkabelung*

Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –
Teil 4-1: Lichtwellenleiter-Kabelanlagen –
Mehrmoden-Dämpfungsmessungen
(IEC 61280-4-1:2019)

Fibre-optic communication subsystem test
procedures –
Part 4-1: Installed cabling plant –
Multimode attenuation measurement
(IEC 61280-4-1:2019)

Procédures d'essai des sous-systèmes de
télécommunication fibroniques –
Partie 4-1: Installation câblée –
Mesure de l'affaiblissement en multimodal
(IEC 61280-4-1:2019)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2019-06-26 angenommen. 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien 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

© 2019 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN IEC 61280-4-1:2019 D

Europäisches Vorwort

Der Text des 86C/1575/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 61280-4-1, erarbeitet vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 61280-4-1:2019 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): 2020-03-26
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2022-06-26

Dieses Dokument ersetzt **EN 61280-4-1:2009** und alle Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden).

Diese Ausgabe enthält gegenüber der vorherigen Ausgabe die folgenden wesentlichen technischen Änderungen:

- a) Änderungen in **Anhang F**, die den begrenzten Lichtstrom betreffen, zur Harmonisierung mit IEC TR 62614-2, jedoch ohne Änderung der in den **Tabellen F.2 bis F.5** definierten Grenzwerte für den begrenzten Lichtstrom;
- b) Ergänzung eines Verfahrens mit Gerätekabeln in **Anhang D**;
- c) Aufnahme einer Prüfung für biegungsunempfindliche Mehrmodenfasern;
- d) Aktualisierungen der Messunsicherheit;
- e) Definition zusätzlicher Verkabelungskonfigurationen;
- f) Änderungen an **Tabelle 5** zu spektralen Anforderungen.

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 61280-4-1:2019 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 IEC 60793-1-40.
IEC 60793-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-2 .
IEC 60793-2-10	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-2-10.
IEC 60793-2-50	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 60793-2-50 .
IEC 60794-2-21	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 60794-2-21 .
IEC 61300-3-6	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61300-3-6.
IEC 61300-3-45	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61300-3-45.
IEC 61745	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61745.
IEC 61755-6-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 61755-6-2.
IEC 62664-1-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62664-1-1.
IEC 62614:2010	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62614:2010 (nicht modifiziert).

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60825-2	–	Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)	EN 60825-2	–
IEC 61280-1-3	–	Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement	EN 61280-1-3	–
IEC 61280-1-4	–	Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method	EN 61280-1-4	–
IEC 61300-3-35	–	Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers	EN 61300-3-35	–
IEC 61315	–	Calibration of fibre-optic power meters	EN IEC 61315	–
IEC 61746-2	–	Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 2: OTDR for multimode fibres	EN 61746-2	–

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	2
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	3
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe, graphische Symbole und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	11
3.2 Graphische Symbole	13
3.3 Abkürzungen	15
4 Prüfverfahren	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Verkabelungskonfigurationen und geeignete Prüfverfahren	16
5 Überblick über Unsicherheiten	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Quellen wesentlicher Unsicherheiten	18
5.3 Berücksichtigung des PM	19
5.4 Berücksichtigung der Klasse des Prüfkabel-Steckverbinders	19
5.5 Typische Unsicherheitswerte	19
6 Messvorrichtung	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Lichtquelle	20
6.2.1 Stabilität	20
6.2.2 Spektralkennwerte (LSPM-Messung)	20
6.3 Einkoppelkabel	21
6.4 Empfangs- oder Nachlaufkabel	21
6.5 Austausch kabel	22
6.6 Leistungsmessgerät – nur LSPM-Verfahren	22
6.7 OTDR-Prüfeinrichtung	22
6.8 Ausrüstung zur Reinigung und Sichtprüfung der Steckverbinder-Stirnflächen	23
6.9 Kupplung	23
7 Verfahren	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Allgemeine Verfahren	24
7.2.1 Behandlung der Prüfkabel	24
7.2.2 Durchführung von Referenzmessungen (nur LSPM-Verfahren)	24
7.2.3 Sichtprüfung und Reinigung der Lichtwellenleiterenden in der Verkabelung	24
7.2.4 Durchführung der Messungen	24
7.2.5 Durchführung der Berechnungen	24

7.2.6	Duplex- und bidirektionale Prüfung	24
7.3	Kalibrierung	25
7.4	Sicherheit	25
8	Berechnungen	25
9	Dokumentation	25
9.1	Angaben für jede Prüfung	25
9.2	Angaben, die auf Anfrage vorzulegen sind	25
Anhang A (normativ) Verfahren mit einem Kabel		26
A.1	Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	26
A.2	Messvorrichtung	26
A.3	Durchführung der Prüfung	26
A.4	Berechnung	27
A.5	Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	27
Anhang B (normativ) Verfahren mit drei Kabeln		28
B.1	Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	28
B.2	Messvorrichtung	28
B.3	Durchführung der Prüfung	28
B.4	Berechnungen	29
B.5	Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	29
Anhang C (normativ) Verfahren mit zwei Kabeln		30
C.1	Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	30
C.2	Messvorrichtung	30
C.3	Durchführung der Prüfung	30
C.4	Berechnungen	31
C.5	Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	31
Anhang D (normativ) Verfahren mit Gerätekabeln		32
D.1	Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	32
D.2	Messvorrichtung	32
D.3	Durchführung der Prüfung	32
D.4	Berechnung	33
D.5	Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	33
D.6	Typische Unsicherheitswerte	34
Anhang E (normative) Optisches Zeitbereichsreflektometer		35
E.1	Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	35
E.2	Messvorrichtung	35
E.2.1	Allgemeines	35
E.2.2	OTDR	35
E.2.3	Prüfkabel	35
E.3	Durchführung (Prüfverfahren)	36

	Seite
E.4 Berechnung	37
E.4.1 Allgemeines	37
E.4.2 Lage der Verbindung	37
E.4.3 Definition der Leistungspegel F_1 und F_2	38
E.4.4 Alternative Berechnung	38
E.5 OTDR-Unsicherheiten	40
Anhang F (normativ) Anforderungen an die Quellenkennwerte	42
F.1 Begrenzter Lichtstrom	42
F.2 Annahmen und Grenzen	42
F.3 Vorlagen für den begrenzten Lichtstrom	43
F.3.1 Allgemeines	43
F.3.2 Unsicherheitserwartungen	43
F.3.3 Vorlagen	43
F.4 Graphische Darstellung von Vorlagen	45
Anhang G (informativ) Angaben zur OTDR-Konfiguration	46
G.1 Allgemeines	46
G.2 Grundlegende Parameter, die die Betriebsfähigkeit des OTDR festlegen	47
G.2.1 Dynamikbereich	47
G.2.2 Pulsbreite	47
G.2.3 Mittelungszeit	47
G.2.4 Totzone	47
G.3 Andere Parameter	47
G.3.1 Brechungsindex	47
G.3.2 Messbereich	48
G.3.3 Abtastung der Messstrecke	48
G.4 Weitere Messkonfigurationen	48
G.4.1 Allgemeines	48
G.4.2 Messung von Makrobiegungs- oder Spleißdämpfung	48
G.4.3 Messung der Spleißdämpfung	49
G.4.4 Messung bei stark reflektierenden Steckverbindern oder geringer Länge der Verkabelung	49
G.4.5 Geister	51
G.5 Weitere Informationen zum Messverfahren	52
G.6 Bidirektionale Messung	53
G.7 Nicht empfohlene Praktiken	54
G.7.1 Messung ohne Nachlaufprüfkabel	54
G.7.2 Positionsmarkennmessung	54
Anhang H (informativ) Verifizierung der Dämpfung des Prüfkabels	55
H.1 Allgemeines	55
H.2 Messvorrichtung	55

H.3	Durchführung der Prüfung.....	56
H.3.1	Allgemeines.....	56
H.3.2	Verifizierung von Prüfkabeln für die Verfahren mit einem Kabel und zwei Kabeln, wenn Steckverbinder ohne Führungsstifte und solche der Bauform Nicht-Stecker/Buchse verwendet werden.....	56
H.3.3	Verifizierung von Prüfkabeln für die Verfahren mit einem Kabel und zwei Kabeln, wenn Steckverbinder mit/ohne Führungsstifte und solche der Bauform Stecker/Buchsen verwendet werden.....	57
H.3.3.1	Allgemeines.....	57
H.3.3.2	Kompatible Steckgesichter.....	57
H.3.3.3	Nicht kompatible Steckgesichter.....	58
H.3.4	Verifizierung von Prüfkabeln für das Verfahren mit drei Kabeln, wenn Steckverbinder ohne Führungsstifte und solche der Bauform Nicht-Stecker/Buchsen verwendet werden.....	59
H.3.5	Verifizierung von Prüfkabeln für das Verfahren mit drei Kabeln, wenn Steckverbinder mit/ohne Führungsstifte oder solche der Bauform Stecker/Buchse verwendet werden.....	61
Anhang I (normativ)	Verwendung von Prüfkabeln mit Referenzqualität.....	63
I.1	Allgemeines.....	63
I.2	Praktische Konfigurationen und Annahmen.....	63
I.2.1	Spezifikationen der Bauelemente.....	63
I.2.2	Vereinbarungen.....	64
I.2.3	Bezugsebenen.....	64
I.3	Einfluss der Verwendung von Prüfkabeln in Referenzqualität für empfohlene LSPM-Verfahren.....	64
I.4	Beispiele für LSPM-Messungen.....	65
I.4.1	Beispiel 1 (Konfiguration A, Verfahren 1-C – Anhang A).....	65
I.4.2	Beispiel 2 (Konfiguration D, Verfahren EC – Anhang D).....	65
I.5	Auswirkung der Verwendung von Prüfkabeln in Referenzqualität für unterschiedliche Konfigurationen und Anwendung des OTDR-Prüfverfahrens.....	66
I.5.1	Verkabelungskonfigurationen A, B und C.....	66
I.5.2	Verkabelungskonfiguration D.....	67
Anhang J (informativ)	Nachweis des Nahfeldes am Ausgang des Einkoppelkabels.....	68
J.1	Direkter Nachweis.....	68
J.2	Verifikation der Prüfausrüstung des Herstellers.....	68
J.3	Feldüberprüfung mit technischem Artefakt.....	68
J.3.1	Allgemeines.....	68
J.3.2	Verfahren zur Charakterisierung der Dämpfung von Artefakten.....	70
J.3.3	Einzelheiten der Konstruktion.....	70
J.3.4	Beispielergebnisse.....	71
Literaturhinweise		75
Bilder		
Bild 1 – Steckverbindersymbole.....		14
Bild 2 – Symbol für zu prüfende Verkabelung.....		14

Bild 3 – Bezugsebene für Konfiguration A, geprüft mit dem Verfahren mit einem Kabel.....	17
Bild 4 – Bezugsebene für Konfiguration B, geprüft mit dem Verfahren mit drei Kabeln.....	17
Bild 5 – Bezugsebene für Konfiguration C, geprüft mit dem Verfahren mit zwei Kabeln	18
Bild 6 – Bezugsebene für Konfiguration D, geprüft mit dem EC-Verfahren	18
Bild 7 – OTDR-Schaltbild	23
Bild A.1 – Referenzmessung	27
Bild A.2 – Prüfmessung	27
Bild B.1 – Referenzmessung	28
Bild B.2 – Prüfmessung	29
Bild C.1 – Referenzmessung	30
Bild C.2 – Prüfmessung	31
Bild C.3 – Prüfmessung für Steckverbinder in Stecker-Buchsen-Bauform	31
Bild D.1 – Referenzmessung	33
Bild D.2 – Prüfmessung	33
Bild E.1 – OTDR-Verfahren	36
Bild E.2 – Lage der Anschlüsse der zu prüfenden Verkabelung	37
Bild E.3 – Graphische Ermittlung von F_1 und F_2	38
Bild E.4 – Graphische Ermittlung von F_1 , F_{11} , F_{12} und F_2	40
Bild F.1 – Beispiel für den begrenzten Lichtstrom	45
Bild G.1 – Messung von Spleiß- und Makrobiegungsdämpfung	49
Bild G.2 – Dämpfungsmessung mit stark reflektierenden Steckverbindern	50
Bild G.3 – Dämpfungsmessung einer Verkabelung kurzer Länge	51
Bild G.4 – OTDR-Linie mit Geist.....	52
Bild G.5 – Lage der Positionsmarken	53
Bild H.1 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	57
Bild H.2 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	57
Bild H.3 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	58
Bild H.4 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	58
Bild H.5 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	59
Bild H.6 – Ermittlung des Leistungspegels	59
Bild H.7 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	60
Bild H.8 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	61
Bild H.9 – Ermittlung des Leistungspegels P_5	61
Bild H.10 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_0	62
Bild H.11 – Ermittlung des Leistungspegels P_1	62
Bild I.1 – Mit dem OTDR-Verfahren geprüfte Verkabelungskonfigurationen A, B und C	66
Bild I.2 – Mit dem OTDR-Verfahren geprüfte Verkabelungskonfigurationen D	67

Bild J.1 – Anfängliche Leistungsmessung.....	69
Bild J.2 – Nachweis der Verbindung mit Referenzqualität	69
Bild J.3 – Zwei Versatzspleiße	69
Bild J.4 – Fünf Versatzspleiße.....	70
Bild J.5 – EF zentriert	71
Bild J.6 – EF unterangeregt.....	72
Bild J.7 – EF überangeregt.....	72
Bild J.8 – Dämpfung von L1 mit Wickeldorn.....	73
Bild J.9 – Dämpfung von L1 mit Wickeldorn und Modenkonditionierer (MC).....	73
Bild J.10 – Dämpfung von L2 mit Wickeldorn.....	73
Bild J.11 – Dämpfung von L2 mit Wickeldorn und Modenkonditionierer (MC).....	74
Bild J.12 – Dämpfung von L3 mit Wickeldorn.....	74
Bild J.13 – Dämpfung von L3 mit Wickeldorn und Modenkonditionierer (MC).....	74

Tabellen

Tabelle 1 – Verkabelungskonfigurationen	16
Tabelle 2 – Prüfverfahren und Konfigurationen	17
Tabelle 3 – Systematischer Messfehler im Zusammenhang mit der Klasse des Prüfkabelsteckverbinders	19
Tabelle 4 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm	20
Tabelle 5 – Spektrale Anforderungen.....	21
Tabelle D.1 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm	34
Tabelle F.1 – Dämpfung, Schwellwertgrenzabweichung und Vertrauensniveau.....	43
Tabelle F.2 – EF-Anforderungen für Verkabelungen mit 50-µm-Lichtwellenleiterkern bei 850 nm	44
Tabelle F.3 – EF-Anforderungen für Verkabelungen mit 50-µm-Lichtwellenleiterkern bei 1 300 nm	44
Tabelle F.4 – EF-Anforderungen für Verkabelungen mit 62,5-µm-Lichtwellenleiterkern bei 850 nm	44
Tabelle F.5 – EF-Anforderungen für Verkabelungen mit 62,5-µm-Lichtwellenleiterkern bei 1 300 nm	44
Tabelle G.1 – Vorgabewerte für den effektiven Gruppenbrechungsindex	48
Tabelle I.1 – Systematischer Messfehler bei Verwendung von Prüfkabeln in Referenzqualität.....	65
Tabelle I.2 – Systematischer Messfehler bei Verwendung von Prüfkabeln in Referenzqualität – OTDR-Prüfverfahren	67

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61280 gilt für die Dämpfungsmessung installierter Lichtwellenleiter-Kabelanlagen mit Mehrmodenfasern. Diese Kabelanlage kann Mehrmodenfasern, Steckverbinder, Kupplungen, Spleiße und andere passive Baugruppen enthalten. Die Verkabelung kann in einer Vielzahl von Umgebungen installiert sein, einschließlich Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Datenverarbeitungsräume und Umgebungen mit Freiluftanlagen. Die in diesem Dokument verwendete Prüfeinrichtung hat ein Einzelfaser-Steckverbindersteckgesicht oder zwei Einzelfaser-Steckverbindersteckgesichter.

In diesem Dokument enthalten die behandelten Fasertypen Mehrmodenfasern der Unterkategorien A1-OMx mit $x = 2, 3, 4$ und 5 ($50/125 \mu\text{m}$) und A1-OM1 ($62,5/125 \mu\text{m}$), wie in IEC 60793-2-10 festgelegt. Die Dämpfungsmessungen der anderen Mehrmoden-Kategorien können unter Verwendung der Ansätze in diesem Dokument durchgeführt werden, jedoch wurden die Quellenbedingungen für die anderen Kategorien nicht festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 test procedures – Part 1-3: 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*

IEC 61300-3-35, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers*

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

IEC 61746-2, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 2: OTDR for multimode fibres*

3 Begriffe, graphische Symbole und Abkürzungen

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

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Begriffe

3.1.1

Dämpfung

A

Verringerung der optischen Leistung durch die Übertragung über ein Medium, wie zum Beispiel eine Verkabelung

$$A = 10 \log(P_{\text{in}}/P_{\text{out}})$$

Dabei sind

P_{in} und P_{out} die Leistung in das Kabel hinein und aus dem Kabel heraus, gewöhnlich in mW gemessen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Dämpfung wird in dB angegeben.

3.1.2

Lichtquellenleistungsmessgerät

LSPM

(en: light source power meter)

aus Lichtquelle (en: light source – LS) und Leistungsmessgerät (en: power meter – PM) bestehendes Prüfsystem, das zur Messung der Dämpfung einer installierten Kabelanlage verwendet wird

3.1.3

optisches Zeitbereichsreflektometer

OTDR

(en: optical time domain reflectometer)

aus dem Messgerät eines optischen Zeitbereichsreflektometers bestehendes Prüfsystem, das zur Beurteilung und Messung der Dämpfung in einer installierten Kabelanlage und der darin enthaltenen spezifischen Bauelemente verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

3.1.4

Prüfkabel

abgeschlossenes Lichtwellenleiterkabel zur Verbindung von optischer Quelle oder Empfänger an die Verkabelung oder zur Aufnahme geeigneter Schnittstellen zu der zu prüfenden Verkabelung

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt fünf Typen von Prüfkabeln:

- Einkoppelkabel: verwendet, um die Lichtquelle mit der Verkabelung zu verbinden;
- Empfangskabel: verwendet, um die Verkabelung mit dem Leistungsmessgerät zu verbinden (nur LSPM);
- Nachlaufkabel: am entfernten Ende der Verkabelung angeschlossen, wenn am nahen Ende ein OTDR benutzt wird. Dies bietet die Möglichkeit, die Dämpfung der gesamten Verkabelung einschließlich der Verbindung am entfernten Ende zu bewerten;
- Kupplungskabel: verwendet für den Übergang zwischen Buchsen oder anderen nicht kompatiblen Steckverbindern in einer erforderlichen Prüfkongfiguration;
- Austausch kabel: ein Prüfkabel, in einer Referenzmessung verwendet, das während der Dämpfungsmessung der zu prüfenden Verkabelung ersetzt wird.

3.1.5

bidirektionale Messung

zwei Messungen derselben optischen Faser, bei denen das Licht in die entgegengesetzten Enden dieser Faser eingekoppelt wird

3.1.6

Konfiguration

Form oder Anordnung von Teilen oder Elementen wie Abschlüssen, Verbindungen und Spleißen

3.1.7

begrenzter Lichtstrom

EF

(en: encircled flux)

Anteil der kumulierten Leistung des Nahfeldes an der Gesamtausgangsleistung als Funktion des radialen Abstandes vom optischen Zentrum des Kerns

[QUELLE: IEC 62614:2010, 3.2]

3.1.8

Abschluss mit Referenzqualität

Steckverbinder und Stecker mit strengeren Grenzwertabweichungen, die einen Lichtwellenleiter mit strengeren Grenzwertabweichungen abschließen, so dass die erwartete Dämpfung einer durch Stecken zweier solcher Baugruppen gebildeten Verbindung geringer und besser wiederholbar ist als ein Abschluss mit Standardqualität

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Kupplung, erforderlich zur Sicherstellung der verringerten Dämpfung, kann als Teil des Abschlusses mit Referenzqualität angesehen werden, wenn dies von der Prüfkongfiguration gefordert wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: IEC 61755-6-2 definiert Abschlüsse mit Referenzqualität für Fasern mit 50/125 µm.

3.1.9

Steckverbinder

Bauelement, das üblicherweise an einem LWL-Kabel oder einem Geräteausgang angebracht ist, um das häufige Schließen bzw. Öffnen einer Verbindung zwischen LWL-Fasern oder -Kabeln zu ermöglichen

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.1, modifiziert – Die Wörter in Klammern, „optisch“ und „Faser“, wurden im Begriff weggelassen.]

3.1.10

Stecker

Steckerseite eines Steckverbinders

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.2]

3.1.11

Kupplung

Buchsen- oder Steckseite eines Steckverbinders, in den ein oder zwei Stecker gesteckt und ausgerichtet werden

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.4]

3.1.12

Steckverbinder in Buchsenbauform

Steckverbinder, bei dem die Kupplung einschließlich jeglicher Ausrichtungsvorrichtung auf einer Seite der Verbindung in den Stecker des Steckverbinders eingebaut und dauerhaft mit ihm verbunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele schließen viele Steckverbinder für raue Bedingungen ein.

3.1.13

Referenzprüfverfahren

RTM

(en: reference test method)

Prüfverfahren, bei dem eine gegebene Eigenschaft streng nach der Definition dieser Eigenschaft gemessen wird und das genaue, reproduzierbare und auf die praktische Anwendung bezogene Ergebnisse liefert

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.8.1, modifiziert – Die Wörter in Klammern, „für Lichtwellenleiter“, wurden im Begriff weggelassen.]

3.1.14

alternatives Prüfverfahren

ATM

(en: alternative test method)

Prüfverfahren, bei dem eine gegebene Eigenschaft in einer mit der Definition dieser Eigenschaft übereinstimmenden Weise gemessen wird und das reproduzierbare, auf das Referenzprüfverfahren zurückführbare und auf die praktische Anwendung bezogene Ergebnisse liefert

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.8.2, modifiziert – Der alternative Begriff „praktisches Prüfverfahren (für Lichtwellenleiter)“ wurde im Begriff weggelassen.]

3.1.15

systematischer Messfehler

Schätzwert einer systematischen Messabweichung

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine systematische Abweichung ist eine Komponente der Messabweichung, die bei wiederholten Messungen konstant bleibt oder sich in vorhersagbarer Weise ändert

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.18, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.1.16

Bezugsebene

theoretische Ebene ohne Maßabweichungen zur Teilung des Raumes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezugsebene wird zur Bestimmung des Abstands in mechanischen Strukturen verwendet.

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-25-30]

3.1.17

Kanal

vollständiger Übertragungsweg, der zwei beliebige anwendungsspezifische Einrichtungen miteinander verbindet

[QUELLE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.26]

3.2 Graphische Symbole

Die in [Bild 1](#) und [Bild 2](#) für verschiedene Verbindungsoptionen gezeigten graphischen Symbole wurden aus IEC TR 61930 angepasst.

ANMERKUNG 1 In [Bild 1b](#) und an anderen Stellen in diesem Dokument werden die Stecker in verschiedenen Größen dargestellt, um Richtungsabhängigkeit anzuzeigen, wenn die Verkabelung vormontierte Kupplungen hat und das Prüfkabel nicht oder umgekehrt. In [Bild 1b](#) hat der Steckverbinder links eine vormontierte Kupplung.

ANMERKUNG 2 In allen in diesem Dokument verwendeten Bildern, einschließlich der Anhänge, werden Abschlüsse und Kupplungen mit Referenzqualität grau schattiert dargestellt.

ANMERKUNG 3 Eine in [Anhang G](#) verwendete vereinfachte Verbindung zweier Blöcke wird in [Bild 1e](#) gezeigt.

ANMERKUNG 4 Eine vereinfachte Verbindung für mit Steckverbindern ausgestattete und nicht mit Steckverbindern ausgestattete sowie mit Buchsen ausgestattete Verbindungen, die in [Anhang H](#) verwendet werden, ist in [Bild 1f](#) dargestellt.

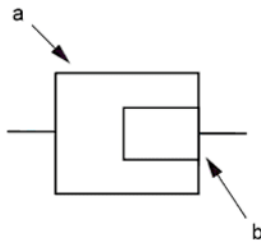


Bild 1a – Buchsen- und Steckerbaugruppe

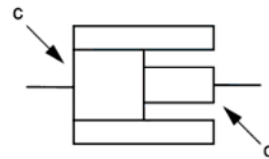


Bild 1b – Steckverbindersatz (Stecker, Kupplung, Stecker)

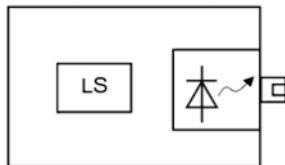


Bild 1c – Lichtquelle

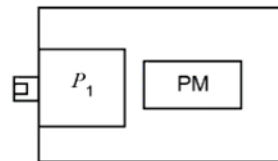


Bild 1d – Leistungsmessgerät



Bild 1e – Allgemeine Verbindung

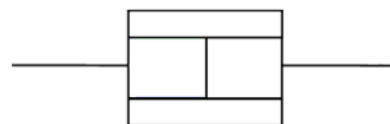


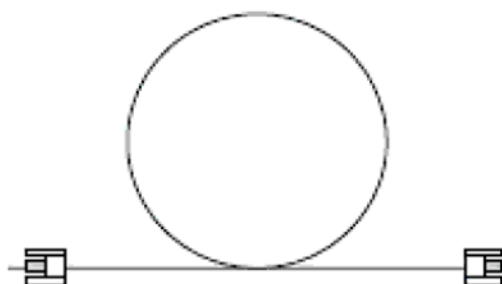
Bild 1f – Verbindung mit/ohne Führungstifte

Legende

- | | | | |
|---|----------------------------|----|--|
| a | Buchse | d | in Stecker-Kupplung-Baugruppe gesteckter Stecker |
| b | Stecker | LS | Lichtquelle |
| c | Stecker-Kupplung-Baugruppe | PM | Leistungsmessgerät |

Bild 1 – Steckverbindersymbole

In den Bildern, die die Messkonfigurationen in den [Anhängen A bis D](#) und in [Anhang I](#) darstellen, darf die durch eine Schleife dargestellte zu prüfende Verkabelung Spleiße, Steckverbinder oder andere passive Bauelemente enthalten. Es ist zu beachten, dass zum Zweck der Dämpfungsmessung dieser Verkabelung die Dämpfung der Abschlusssteckverbinder getrennt von der der Verkabelung selbst betrachtet wird.



ANMERKUNG Die Verkabelung wird mit vormontierten Kupplungen gezeigt, die an sie angeschlossenen Stecker sind mit Prüfkabelsteckern in Referenzqualität verbunden.

Bild 2 – Symbol für zu prüfende Verkabelung

3.3 Abkürzungen

ATM	alternatives Prüfverfahren (en: alternative test method)
BIMMF	biegungsunempfindliche Mehrmodenfaser (en: bend-insensitive multimode optical fibre)
EF	begrenzter Lichtstrom (en: encircled flux)
LSA	Näherung nach der Methode der kleinsten Quadrate (en: least squares approximation)
LSPM	Dämpfungsmessgerät (en: light source power meter)
OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer (en: optical time domain reflectometer)
PM	Leistungsmessgerät (en: power meter)
RTM	Referenzprüfverfahren (en: reference test method)

4 Prüfverfahren

4.1 Allgemeines

Es sind fünf Prüfverfahren vorgesehen. Die fünf Prüfverfahren verwenden Prüfkabel zur Ankopplung an die Kabelanlage und werden wie folgt bezeichnet:

- Verfahren mit einem Kabel ([Anhang A](#));
- Verfahren mit drei Kabeln ([Anhang B](#));
- Verfahren mit zwei Kabeln ([Anhang C](#));
- Verfahren mit Gerätekabeln ([Anhang D](#));
- Verfahren mit optischem Zeitbereichsreflektometer (OTDR) ([Anhang E](#)).

Die ersten vier Verfahren verwenden eine optische Lichtquelle und ein Leistungsmessgerät (LSPM), um die Pegel der Leistung an Eingang und Ausgang der zu prüfenden Verkabelung zur Bestimmung der Dämpfung zu messen. Der hauptsächliche funktionale Unterschied zwischen diesen Verfahren ist die Art und Weise, in der der Pegel der Eingangsleistung, bekannt als Referenzleistungspegel, gemessen wird und damit die mit den Verbindungen zur zu prüfenden Verkabelung zusammenhängenden Dämpfungen eingeschlossen oder ausgeschlossen werden, sowie die zugehörigen Unsicherheiten dieser Verbindungen. Der Vorgang der Messung des Pegels der Eingangsleistung wird gewöhnlich als „Aufnehmen des Referenzpegels der Leistung“ oder „Normalisierung“ bezeichnet.

Das Verfahren mit einem Kabel schließt die Dämpfung von Verbindungen an beiden Enden der zu prüfenden Verkabelung ein. Das Verfahren mit drei Kabeln ist so entworfen, dass die Dämpfung der Verbindungen an beiden Enden der zu prüfenden Verkabelung ausgeschlossen wird. Das Verfahren mit zwei Kabeln schließt die Dämpfung einer der Verbindungen der zu prüfenden Verkabelung ein.

Das Verfahren mit Gerätekabeln schließt die Dämpfung der Verbindungen zwischen den Gerätekabeln und der festen Verkabelung ein, schließt jedoch die mit den Steckverbindern, die mit dem Gerät verbunden werden, zusammenhängende Dämpfung aus.

Die maximal zulässige Dämpfung der Verkabelung (z. B. optische Leistungsübertragungsbilanz oder Kanaldämpfung), die für ein Übertragungssystem festgelegt ist, schließt üblicherweise die zu den Übertragungseinrichtungen hergestellten Verbindungen aus. Es ist daher angebracht, das Verfahren mit Gerätekabeln (falls möglich) anzuwenden, bei dem die zu prüfende Verkabelung dazu vorgesehen ist, direkt mit der Übertragungseinrichtung verbunden zu werden.

Beim OTDR-Verfahren werden kurze Lichtimpulse in die Verkabelung emittiert und die rückgestreute Leistung wird als Funktion der Laufzeitverzögerung oder der Länge entlang des Lichtwellenleiters gemessen.

Dieses Verfahren gestattet die Messung der Dämpfung der installierten Kabelanlage und der Dämpfung einzelner Verkabelungsbaulemente, wie Steckverbinder und Längen von Lichtwellenleiterkabeln. Es ist nicht erforderlich, eine gesonderte Referenzmessung durchzuführen. Anforderungen für das Einkoppelkabel und das Nachlaufkabel sind in [Anhang E](#) definiert. Neben der Inbetriebnahme neuer Kabelanlagen ist das OTDR-Verfahren für die Prüfung von Lichtwellenleiterverkabelungen bei der Fehlersuche und Instandhaltung von Nutzen, weil die Kabelanlage durch die detaillierte Abbildung (die OTDR-Linie) gekennzeichnet werden kann, die zur Hervorhebung etwaiger Veränderungen untersucht werden kann.

Allgemeine Anforderungen an Prüfaufbau, Abläufe und Berechnungen, die allen Verfahren gemeinsam sind, werden in den [Abschnitten 6, 7 und 8](#) angegeben. Anforderungen, die speziell für jedes einzelne Verfahren gelten, sind in den [Anhängen A bis E](#) dokumentiert. [Abschnitt 6](#) enthält auch zugehörige Abläufe wie Reinigung und Untersuchung von Steckverbinder-Stirnflächen.

4.2 Verkabelungskonfigurationen und geeignete Prüfverfahren

In diesem Dokument wird angenommen, dass die installierte Verkabelung eine der vier in Tabelle 1 und den [Bildern 3, 4, 5 und 6](#) gezeigten Formen hat. Wenn die Verkabelung mit einer Kupplung abgeschlossen ist, muss das Prüfkabel mit einem Stecker abgeschlossen sein und umgekehrt.

Tabelle 1 – Verkabelungskonfigurationen

Konfiguration	Beschreibung	Dämpfung der Endverbindungen einbezogen
A	Kupplung angeschlossen an Stecker oder Buchsen, angeschlossen an beiden Enden der Verkabelung	Zwei
B	Stecker an beiden Enden	Keine
C	Gemischt, wobei ein Ende der Verkabelung mit einer Kupplung und das andere mit einem Stecker abgeschlossen ist	Eine (mit einer Kupplung abgeschlossen)
D	Stecker an beiden Enden unter Verwendung von Gerätekabeln	Keine

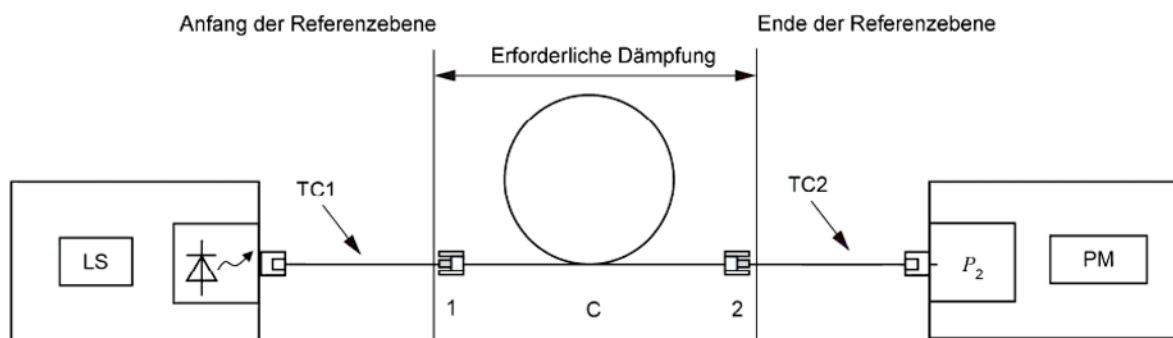
Die Abweichungen in den verwendeten Prüfverfahren zur Messung der Verkabelung hängen von der Verkabelungskonfiguration ab. Beispielsweise ist es eine übliche Verkabelungskonfiguration, dass sich Kupplungen oder Buchsen an beiden Enden der Verkabelung (z. B. innerhalb von Steckfeldern) befinden, um mit elektronischen Geräten durch ein Gerätekabel verbunden zu werden. Dies entspricht Konfiguration A. In diesem Fall wird das Verfahren mit einem Kabel benutzt, um die Dämpfungen der Steckverbinder an beiden Enden der Verkabelung einzubeziehen. Ein anderes Beispiel ist eine Verkabelungskonfiguration, für die widerstandsfähige Anschlussfasern an beiden Enden der Verkabelung an das Hauptkabel gespleißt wurden und die Steckverbinder an den Anschlussfasern direkt mit Übertragungsgeräten verbunden werden sollen. Dies entspricht Konfiguration B. In diesem Fall wird das Verfahren mit drei Kabeln benutzt, um die Dämpfung der Steckerverbindungen an den Enden auszuschließen. Ein weiteres Beispiel ist eine Verkabelungskonfiguration, bei der an beiden Enden der Verkabelung Gerätekabel installiert sind, um mit elektronischer Ausrüstung verbunden zu werden. Dies entspricht Konfiguration D. In diesem Fall wird das Verfahren mit Gerätekabeln (oder, wenn dieses unpraktisch ist, das Verfahren mit drei Kabeln) benutzt, um die Dämpfung der Steckerverbindungen an den Enden auszuschließen.

Die Verkabelungskonfiguration legt die Prüfverfahren fest, die wie in [Tabelle 2](#) beschrieben angewendet werden sollten. Das Referenzprüfverfahren (RTM) bietet die höchste Messgenauigkeit. Das alternative Prüfverfahren (ATM) darf unter bestimmten Umständen oder durch andere Internationale Normen gefordert werden, hat aber im Vergleich zum Referenzprüfverfahren eine geringere Messgenauigkeit. Wenn es nicht anders vereinbart ist, muss zur Lösung von Streitfällen das geeignete RTM in Verbindung mit anwendbaren Abschlüssen und Kupplungen mit Referenzqualität angewendet werden, wie in [6.3, 6.4, 6.5 und 6.9](#) beschrieben.

Tabelle 2 – Prüfverfahren und Konfigurationen

Konfiguration	RTM	ATM
A	Anhang A (1 Kabel)	Anhang B (3 Kabel), Anhang E (OTDR), Anhang C (2 Kabel)
B	Anhang B (3 Kabel)	Anhang E (OTDR)
C	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel), Anhang E (OTDR)
D	Anhang D (Gerätekabel)	Anhang B (3 Kabel), Anhang E (OTDR)

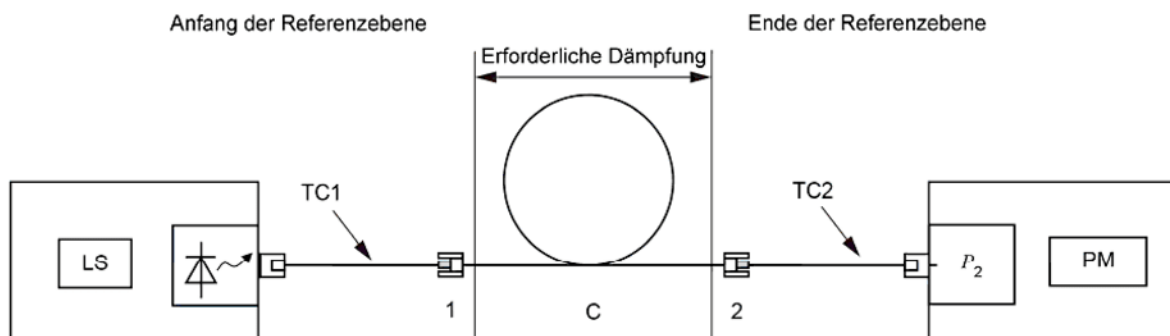
Die Bilder 3 bis 6 zeigen die Bezugsebenen für zu prüfende Verkabelungen unter Verwendung von LSPM-Prüfeinrichtungen. Die relevanten Ergebnisse und Erörterungen der Unsicherheit werden in Abschnitt 1.1, mit Beispielen in Abschnitt 1.4, beschrieben. Die gleichen Bezugsebenen gelten für die OTDR-Prüfeinrichtung (das OTDR ersetzt die Lichtquelle in Bild 2 bis Bild 5 und das PM ist nicht vorhanden). Die relevanten Ergebnisse und Erörterungen der Unsicherheit werden in Anhang I beschrieben.



Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung	1, 2	Steckverbindersätze

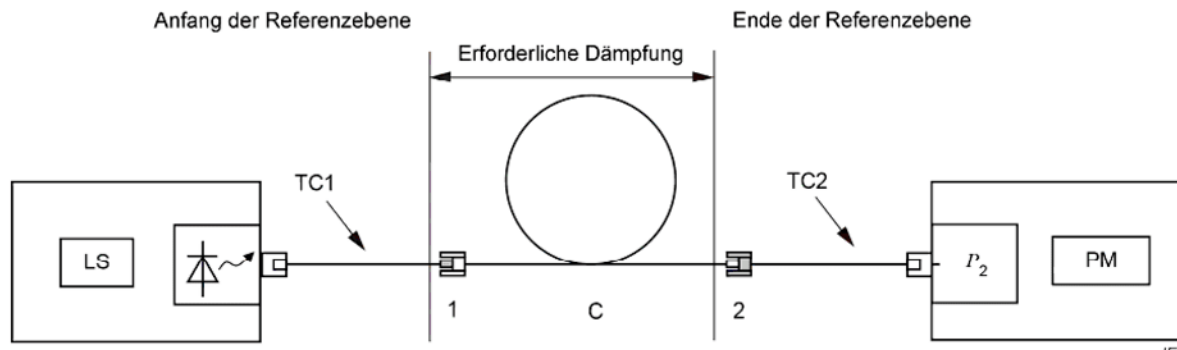
Bild 3 – Bezugsebene für Konfiguration A, geprüft mit dem Verfahren mit einem Kabel



Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung	1, 2	Steckverbindersätze

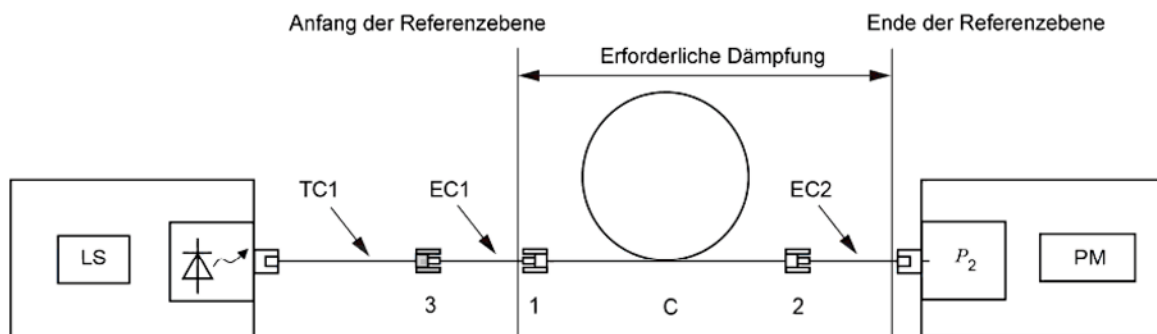
Bild 4 – Bezugsebene für Konfiguration B, geprüft mit dem Verfahren mit drei Kabeln



Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung	1, 2	Steckverbindersätze

Bild 5 – Bezugsebene für Konfiguration C, geprüft mit dem Verfahren mit zwei Kabeln



Legende

LS	Lichtquelle	EC1	Geräte-einkoppelkabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung	EC2	Geräte-empfangskabel
		1, 2, 3	Steckverbindersätze

Bild 6 – Bezugsebene für Konfiguration D, geprüft mit dem EC-Verfahren

5 Überblick über Unsicherheiten

5.1 Allgemeines

Die Bestimmung der Messunsicherheiten sollte unter Verwendung der in IEC TR 61282-14 gezeigten Berechnungen ermittelt werden.

Auch wenn eine Tabellenkalkulation zur Berechnung vorhanden ist, ist diese Berechnung wegen der Vielzahl der verwendeten Parameter verhältnismäßig komplex. Die [Abschnitte 5.2 bis 5.5](#) sind eine Alternative zu dieser Berechnung.

5.2 Quellen wesentlicher Unsicherheiten

Für typische Bedingungen zeigen Berechnungen nach IEC TR 61282-14, dass wesentliche Quellen von Unsicherheiten auf solche beschränkt sind, die durch Einkoppelbedingungen, Quelleninstabilität und Wellenlänge der optischen Quelle und je nach Messverfahren von der Steck-Reproduzierbarkeit der Steckverbinder erzeugt werden.

Weitere Quellen der Unsicherheiten, wie Messauflösung, Linearität des PM (Leistungsmessgerät) usw. sind weniger wichtig und beeinflussen die Messungen nicht, weil die Akkumulation von Unsicherheiten eine quadratische Summierung ist.

5.3 Berücksichtigung des PM

Das Leistungsmessgerät sollte einen Empfänger haben, der groß genug ist, das gesamte einfallende Licht aufzunehmen. Auf diese Weise sind mit der Kopplung des Empfangskabels zum Leistungsmessgerät zusammenhängende Dämpfung und Unsicherheit minimal.

5.4 Berücksichtigung der Klasse des Prüfkabel-Steckverbinders

Prüfkabel dürfen Referenzqualität oder Standardqualität aufweisen, wobei in diesem Fall zwei Messbedingungen zu berücksichtigen sind. Die Verwendung von Steckverbindern mit Referenzqualität an den Prüfkabeln führt zu einem systematischen Fehler der Messung, der berücksichtigt werden muss, verringert jedoch die Messunsicherheit. Steckverbinder mit Standardqualität fügen keinen systematischen Messfehler ein, haben aber eine höhere Messunsicherheit, die manchmal den eigentlichen Dämpfungsmesswert überschreitet (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 – Systematischer Messfehler im Zusammenhang mit der Klasse des Prüfkabelsteckverbinders

Klasse des Prüfkabelabschlusses	Klasse des Verkabelungs- und Gerätekabelabschlusses	Systematischer Messfehler	Gesamtunsicherheit
MM Referenzqualität	MM Standardqualität	In den meisten Fällen ist die Messung optimistisch, außer bei der Konfiguration B (siehe Tabelle I.1)	Kann unter Verwendung der Vorgabewerte in IEC TR 61282-14 geschätzt werden
MM Standardqualität	MM Standardqualität	Keine	Unsicherheitswerte sind höher als die unter Verwendung der Vorgabewerte in IEC TR 61282-14 geschätzten Werte (siehe Tabelle 4)

5.5 Typische Unsicherheitswerte

Typische Unsicherheitswerte wurden unter Verwendung von IEC TR 61282-14 berechnet, wobei folgende Bedingungen angenommen wurden:

- PM: Benutzung nur eines PM;
- Verwendung von Steckverbindern der Klasse B in Standardqualität;
- Zentroidalwellenlänge der Quelle, Referenz [IEC 61280-1-3](#): 850 nm $\pm$ 25 nm;
- Quellenstabilität von $\pm 0,10$ dB ($k = 2$);
- Quellenpegel: -20 dBm (0,01 mW);
- Lichtwellenleiter: [IEC 60793-2-10](#), Unterkategorie A1-OMxa.

Ergebnisse der Berechnung können benutzt werden, um Messergebnis und Konformitätsbewertung auszuweisen.

[Tabelle 4](#) gibt die Ergebnisse der Berechnung für eine Auswahl von Kabellängen und Dämpfungen unter Anwendung verschiedener Prüfverfahren nach diesem Dokument und verschiedener Klassen von Steckverbindern für Prüfkabel an.