

	<b>DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410)</b>	
	Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> 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.	
<p>ICS 33.180.10</p> <p>Ersatz für DIN EN 61280-4-1:2004-12 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit</p> <p><b>Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 4-1: Lichtwellenleiter-Kabelanlagen – Mehrmoden-Dämpfungsmessungen (IEC 61280-4-1:2009); Deutsche Fassung EN 61280-4-1:2009</b></p> <p>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</p> <p>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</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 63 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		

## **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](http://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-Kommunikationsundersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-3: Prüfverfahren für allgemeine Kommunikationsundersysteme – 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 Kommunikationsundersysteme – 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**

## **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).



	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
 <b>Bilder</b>	
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 – Positionsmarkenanzordnung .....	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
 <b>Tabellen</b>	
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*<sup>1)</sup>

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)

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

---

<sup>1)</sup> 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:

- Vorlaufaser: zum Anschluss der Lichtquelle an die Kabelanlage;
- Empfangskabel: zum Anschluss der Kabelanlage an das Leistungsmessgerät (nur LSPM);
- Nachlaufaser: 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 Prüfkonfiguration 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.

**DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410):2010-07**  
**EN 61280-4-1:2009**

ANMERKUNG 1 Eine für den Prüfaufbau (3.1.6) erforderliche Kupplung (3.1.11) muss als Bestandteil eines solchen Anschlusses 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- oder Buchsen-Steckverbinder, 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**

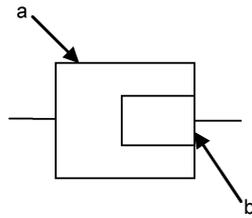
**RTM**

(en: reference test method)

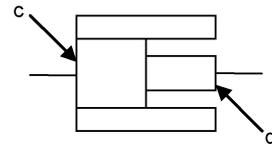
Prüfverfahren, das zur Lösung eines Streitfalls angewandt wird.

**3.2 Graphische Symbole**

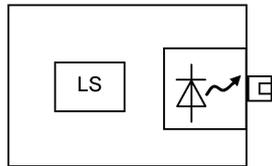
Die folgenden, verschiedene Anschlussmöglichkeiten darstellenden graphischen Symbole sind IEC 61930 entnommen.



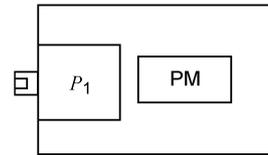
**Bild 1a – Stecker/Buchsen-Kombination**



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



**Bild 1c – Lichtquelle**



**Bild 1d – Leistungsmessgerät**

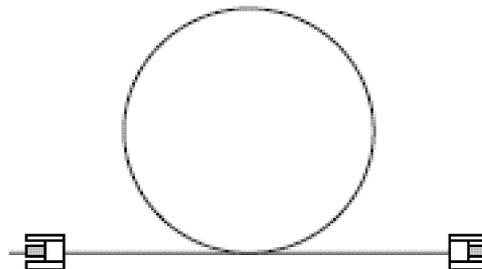
**Legende**

- |   |                  |    |   |
|---|------------------|----|---|
| 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	<a href="#">Anhang A</a>	<a href="#">Anhang B</a> <sup>a)</sup>
B	<a href="#">Anhang B</a>	–
C	<a href="#">Anhang C</a>	<a href="#">Anhang B</a>

<sup>a)</sup> 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 Vorlaufaser 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 Verkablungssystems.
- Spektralbreite – große Spektralbreiten verursachen Lichtwellenleiterdämpfungsabweichungen zwischen der Wellenlänge der Quelle und der Übertragungswellenlänge des Verkablungssystems, 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 <sup>a)</sup> bis 60
1 280 bis 1 350	100 <sup>a)</sup> bis 140
<sup>a)</sup> 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.

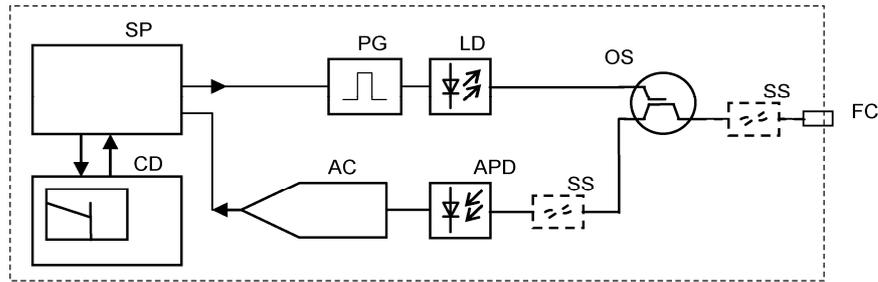
### **5.5 Leistungsmessgerät – ausschließlich LSPM-Methode**

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.

Die Prüfkabel, die nicht zur Anwendung kommen, sollten an den Enden abgedeckt und zu einem Ring mit einem größeren als dem des Mindestbiegedurchmessers knickfrei aufgewickelt gelagert werden.

### **6.2.2 Vollständige Referenzmessungen (nur Verfahren mit LSPM)**

Die Ausgangsleistung der Vorlauffaser wird bei jeder Prüfwellenlänge gemessen und in einer geeigneten Form gespeichert oder aufgezeichnet.

### **6.2.3 Sichtprüfung und Reinigung der Faserenden in der Kabelanlage**

Die Kabelenden müssen frei von Verunreinigungen (z. B. Schmutz und Staub) sein, siehe IEC 61300-3-35. Falls Verunreinigungen sichtbar sind, sollte eine Reinigung der Steckverbinder-Stirnflächen mit der Reinigungs-ausrüstung und den Reinigungsmitteln nach [5.6](#)<sup>N1)</sup> durchgeführt werden.

### **6.2.4 Durchführung der Messungen**

Das ist ein iterativer Prozess für jede Faser in der Kabelanlage einschließlich:

- Anschluss der einzelnen Fasern an die Vorlauf- und Nachlauffaser;
- Durchführung der Messung bei jeder Wellenlänge;
- Speichern oder Aufzeichnen der Ergebnisse.

ANMERKUNG Bei dem Verfahren mit LSPM müssen, wenn kein zweites Leistungsmessgerät und kein zweites Empfangsprüfkabel zur Anwendung kommen, Leistungsmessgerät und Empfangsprüfkabel an das ferne Ende der Verkabelung umgesetzt werden.

### **6.2.5 Durchführung der Berechnungen**

Es sind alle notwendigen Berechnungen zur Ermittlung der Differenz zwischen Referenzmessung und der Prüfung durchzuführen, und die Endergebnisse sind mit weiteren Angaben nach [Abschnitt 8](#) aufzuzeichnen.

## **6.3 Kalibrierung**

Die Kalibrierung der Leistungsmessgeräte und des OTDR muss jeweils nach IEC 61315 und IEC 61746 vorgenommen werden.

Die verwendete Ausrüstung muss entsprechend des geltenden Qualitätssystems und für den Prüfzeitraum einen gültigen Kalibriernachweis besitzen.

## **6.4 Sicherheit**

Alle Prüfungen, die an Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen durchgeführt werden oder die in einem Prüfaufbau eine Laserdiode oder eine LED verwenden, müssen mit Sicherheitsmaßnahmen nach [IEC 60825-2](#) durchgeführt werden.

ANMERKUNG Lichtquellen, die bei der Prüfung von Kabelanlagen mit Mehrmoden-Lichtwellenleitern zu Anwendung kommen, gehören üblicherweise zu den Produkten der Sicherheitsstufe 1 und werden dementsprechend als sicher angesehen.

## **7 Berechnungen**

Die Berechnungen für jedes Verfahren sind in den entsprechenden Anhängen angegeben.

---

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Nach Meinung des deutschen Komitees ist hier [5.7](#) gemeint.

## 8 Dokumentation

### 8.1 Angaben für jede Prüfung

- Prüfverfahren;
- Messergebnisse mit:
  - Dämpfung (dB):
    - Referenzleistungspegel (dBm) (nur Verfahren mit LSPM);
    - OTDR-Messkurve(n) (nur Verfahren mit OTDR, bei bidirektionalen Messungen von beiden Richtungen);
  - Wellenlänge (nm);
  - Fasertyp;
  - Position der Abschlüsse;
  - Kennzeichnung der Faser;
  - Kennzeichnung der Verkabelung;
- Prüfdatum.

### 8.2 Angaben, die zur Verfügung zu stellen sind

- Einzelheiten der Spektralkennwerte der Lichtquelle;
- Protokolle der Kalibrierprüfungen;
- Angaben, die die Einhaltung der Einkopplungsbedingungen nach [5.2.3](#) nachweisen;
- Ausführliche Angaben über die zur Messung eingesetzten Prüfkabel.

## Anhang A (normativ)

### Referenzmessung mit einem Prüfkabel

#### A.1 Anwendung des Prüfverfahrens

Bei der Referenzmessung mit einem Prüfkabel wird die Dämpfung der Verbindungen zu der zu prüfenden Kabelanlage an beiden Enden mit berücksichtigt. Dies entspricht der RTM für die Messung einer Lichtwellenleiter-Kabelanlage mit Kabelkonfiguration A (siehe 4.1).

Dieses Verfahren wurde für den Fall entwickelt, dass zu einem Zeitpunkt eine einzige Faser gemessen wird. Wenn mehrere Fasern mit Mehrfaser-Steckverbindern gleichzeitig gemessen werden, müssen die Anforderungen jeder Schnittstelle so erfüllt werden, wie im folgenden Text angegeben, als ob es sich um einen einzigen Steckverbinder handelt. Wenn bidirektionale Messungen gefordert sind, wird das Verfahren durch Einkopplung in das andere Ende wiederholt.

#### A.2 Prüfeinrichtung

Es sind eine Lichtquelle, ein Leistungsmessgerät und die Prüfkabel erforderlich, wie im Haupttext festgelegt.

Die „Referenzmessung mit einem Prüfkabel“ wird deshalb so genannt, weil nur ein Prüfkabel (Vorlauffaser) für die Referenzmessung verwendet wird. Es wird allerdings noch ein zweites Kabel (Nachlauffaser) benötigt. Die Leistung der Prüfkabel muss vor Beginn der Prüfung nachgewiesen werden. Dies geschieht, indem die Nachlauffaser an die Vorlauffaser angeschlossen und die Dämpfung der Verbindung gemessen wird. Für weitere Angaben siehe [Anhang H](#).

Dieses Verfahren verlangt, dass die Vorlauffaser für die Referenzmessung unmittelbar an das Leistungsmessgerät angeschlossen wird. Dies setzt die Kompatibilität der für die Verkabelung verwendeten Steckverbinder mit den Steckverbindern des Leistungsmessgeräts voraus.

Darüber hinaus wird von folgendem ausgegangen:

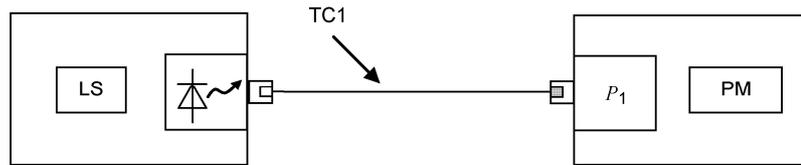
- Der Steckverbinder am Leistungsmessgerät ist mit dem der zu prüfenden Kabelanlage kompatibel, an den die Vorlauffaser angeschlossen wird. An das Leistungsmessgerät kann gegebenenfalls ein Adapter angeschlossen werden, der keine zusätzliche Messunsicherheit verursacht. Das alternative Verfahren ([Anhang B](#)) kann unter der Voraussetzung angewandt werden, dass die erhöhte Messungenauigkeit dieses Verfahrens erkannt wird und entsprechend geänderte Grenzwerte gelten.
- Die Vorlauffaser wird zwischen Referenzmessung und Prüfung nicht von der Lichtquelle abgetrennt. Wenn die Trennung durch den Prüfaufbau oder die Ausführung der zu prüfenden Kabelanlage unvermeidbar ist, kann das alternative Verfahren ([Anhang B](#)) unter der Voraussetzung angewandt werden, dass die erhöhte Messungenauigkeit dieses Verfahrens erkannt wird und entsprechend geänderte Grenzwerte gelten.

#### A.3 Durchführung

- Die Vorlauffaser (TC1) wird nach [Bild A.1](#) zwischen Lichtquelle und Leistungsmessgerät angeschlossen.
- Die gemessene optische Leistung  $P_1$  wird als die Referenzleistung aufgezeichnet.
- TC1 wird vom Leistungsmessgerät abgetrennt.

ANMERKUNG TC1 darf nicht von der Lichtquelle abgetrennt werden, ohne dass eine wiederholte Referenzmessung durchgeführt wird.

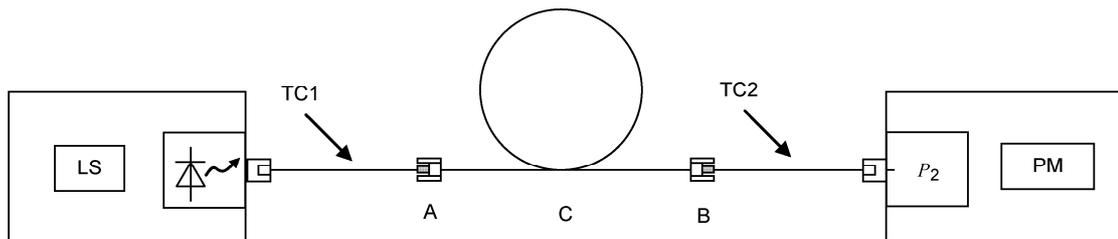
- Das Empfangskabel (TC2) wird an das Leistungsmessgerät angeschlossen.
- TC1 und TC2 werden an die zu prüfende Kabelanlage angeschlossen, wie im [Bild A.2](#) dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung  $P_2$  wird als die Prüfleistung aufgezeichnet.



**Legende**

LS Lichtquelle  
TC1 Vorlauffaser  
PM Leistungsmessgerät

**Bild A.1 – Referenzmessung**



**Legende**

LS Lichtquelle  
TC1 Vorlauffaser  
C zu prüfende Kabelanlage  
TC2 Empfangskabel  
PM Leistungsmessgerät

**Bild A.2 – Prüfmessung**

ANMERKUNG Die Abschlüsse mit Referenzqualität sind schraffiert.

**A.4 Berechnungen**

Die Dämpfung  $L$  wird wie folgt berechnet:

$$L = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \quad (\text{dB}) \quad (\text{A.1})$$

**A.5 Aufgezeichnete Dämpfungskomponenten**

In den Bildern A.1 und A.2 sind die Dämpfungselemente dargestellt. Dabei handelt es sich um die Dämpfung der Kabelanlage C und die verschiedenen Verbindungsdämpfungen in dB. Die angegebene Dämpfung  $L$  ist:

$$L = A + B + C \quad (\text{A.2})$$

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieses Verfahrens und der anderen Verfahren mit LSPM sind in [Anhang F](#) erläutert.

## Anhang B (normativ)

### Referenzmessung mit drei Prüfkabeln

#### B.1 Anwendung des Prüfverfahrens

Die Referenzmessung mit drei Prüfkabeln versucht die Dämpfung der beiden Anschlüsse zu der zu prüfenden Kabelanlage auszuschließen. Es ist das RTM für die Messung einer Lichtwellenleiter-Kabelanlage mit Kabelkonfiguration B (siehe 4.1), und unter bestimmten Umständen bzw. wenn durch übergeordnete Normen vorgeschrieben, kann dieses Verfahren auch anstelle der in den [Anhängen A](#) und [C](#) festgelegten Verfahren angewandt werden.

Dieses Verfahren wurde für den Fall entwickelt, dass zu einem Zeitpunkt eine einzige Faser gemessen wird. Wenn mehrere Fasern mit Mehrfaser-Steckverbindern gleichzeitig gemessen werden, müssen die Anforderungen jeder Schnittstelle so erfüllt werden, wie im folgenden Text angegeben, als ob es sich um einen einzigen Steckverbinder handelt. Wenn bidirektionale Messungen gefordert werden, wird das Verfahren mit Einkopplung in das andere Ende wiederholt. Für weitere Angaben siehe [Anhang H](#).

#### B.2 Prüfeinrichtung

Es sind eine Lichtquelle, ein Leistungsmessgerät und die Prüfkabel erforderlich, wie im Haupttext festgelegt.

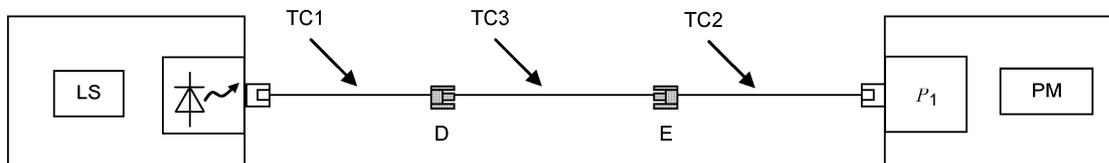
Es werden drei Prüfkabel verwendet. Die Dämpfungswerte der Verbindungen zwischen diesen Kabeln können Auswirkungen auf die Messunsicherheit haben.

#### B.3 Durchführung

- Die Vorlauffaser (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden nach Bild B.1 an die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät angeschlossen.
- Das Austausch kabel (TC3) wird zwischen TC1 und TC2 gesteckt.
- Die Leistung  $P_1$  wird als die Referenzleistung aufgezeichnet.

ANMERKUNG TC1 darf nicht von der Lichtquelle abgetrennt werden, ohne dass eine wiederholte Referenzmessung durchgeführt wird.

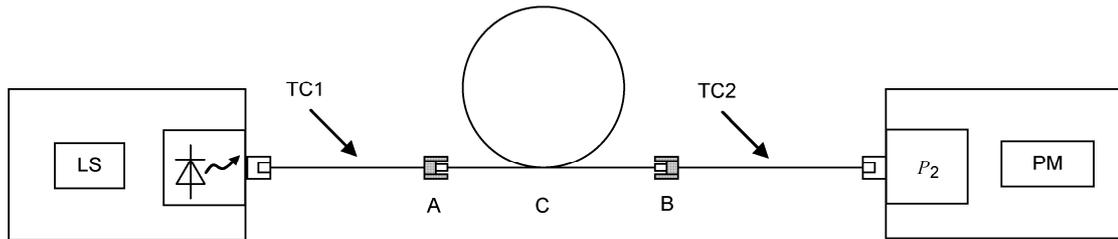
- Das Austausch kabel wird durch die zu prüfende Kabelanlage ersetzt (unter Belassung der eingesteckten Adapter an TC1 und TC2), wie im [Bild B.2](#) dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung  $P_2$  wird als die Prüfleistung aufgezeichnet.



#### Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Vorlauffaser	PM	Leistungsmessgerät
TC3	Austauschkabel		

Bild B.1 – Referenzmessung



#### Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Vorlauffaser	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Kabelanlage		

**Bild B.2 – Prüfmessung**

ANMERKUNG Die Abschlüsse mit Referenzqualität sind schraffiert.

#### B.4 Berechnungen

Die Dämpfung  $L$  wird wie folgt berechnet:

$$L = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \quad (\text{dB}) \quad (\text{B.1})$$

#### B.5 Aufgezeichnete Dämpfungskomponenten

In den [Bildern B.1](#) und B.2 sind die Dämpfungselemente dargestellt. Dabei handelt es sich um die Dämpfung der Kabelanlage C und die verschiedenen Verbindungsdämpfungen in dB. Die angegebene Dämpfung  $L$  ist:

$$L = A + B + C - D - E \quad (\text{B.2})$$

$D$  und  $E$  sind die Dämpfungswerte der Verbindungen in dem Prüfaufbau für die Referenzmessung und enthalten zusammen die Dämpfung über die Länge von TC3, die aber vernachlässigbar ist.

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieses Verfahrens und denen der anderen Verfahren mit LSPM sind in [Anhang F](#) erläutert.

## Anhang C (normativ)

### Referenzmessung mit zwei Prüfkabeln

#### C.1 Anwendung des Prüfverfahrens

Es gibt zwei Möglichkeiten die Referenzmessung mit zwei Prüfkabeln durchzuführen. Im [Bild C.2](#) wird der Aufbau dargestellt, bei dem ein Ende mit einer Stecker-Adapter-Kupplung und das andere Ende mit einem Stecker abgeschlossen ist. Hierbei ist die zu einem der Anschlüsse der zu prüfenden Kabelanlage gehörende Dämpfung mit eingeschlossen. Es ist das RTM für die Messung einer Lichtwellenleiter-Kabelanlage mit Kabelkonfiguration C (siehe [4.1](#)).

Im [Bild C.3](#) wird der Aufbau dargestellt, bei dem beide Enden entweder mit Stiften oder mit Buchsen versehen sind und der Steckverbinder der Vorlauffaser nicht mit dem Leistungsmessgerät kompatibel ist. Hierbei ist die Dämpfung beider Anschlüsse zu der zu prüfenden Kabelanlage mit eingeschlossen. Dies ist ein alternatives Verfahren für die Messung einer Lichtwellenleiter-Kabelanlage mit Kabelkonfiguration A (siehe [4.1](#)).

Dieses Verfahren wurde für den Fall entwickelt, dass zu einem Zeitpunkt eine einzige Faser gemessen wird. Wenn mehrere Fasern mit Mehrfaser-Steckverbindern gleichzeitig gemessen werden, müssen die Anforderungen jeder Schnittstelle so erfüllt werden, wie im folgenden Text angegeben, als ob es sich um einen einzigen Steckverbinder handelt. Wenn bidirektionale Messungen gefordert werden, wird das Verfahren mit Einkopplung in das andere Ende wiederholt. Für weitere Angaben siehe [Anhang H](#).

#### C.2 Prüfeinrichtung

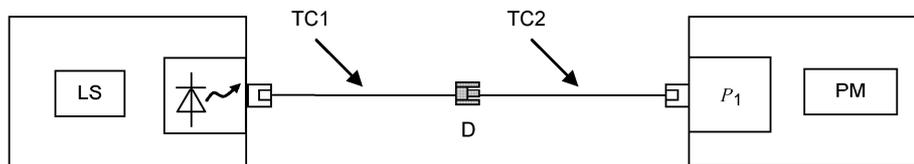
Es sind eine Lichtquelle, ein Leistungsmessgerät und die Prüfkabel erforderlich, wie im Haupttext festgelegt.

#### C.3 Durchführung

- Die Vorlauffaser (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden nach [Bild C.1](#) an die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät angeschlossen und miteinander verbunden.
- Die gemessene optische Leistung  $P_1$  wird als die Referenzleistung aufgezeichnet.
- TC1 und TC2 werden voneinander getrennt.

ANMERKUNG TC1 darf nicht von der Lichtquelle abgetrennt werden, ohne dass eine wiederholte Referenzmessung durchgeführt wird.

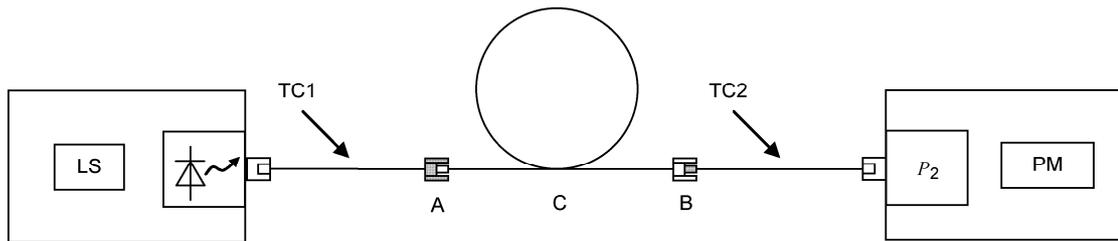
- Es werden eingefügt entweder:
  - die zu prüfende Kabelanlage, wie in [Bild C.2](#) dargestellt; oder
  - das Adapterkabel AC und die zu prüfende Kabelanlage, wie in [Bild C.3](#) dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung  $P_2$  wird als die Prüfleistung aufgezeichnet.



#### Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Vorlauffaser	PM	Leistungsmessgerät

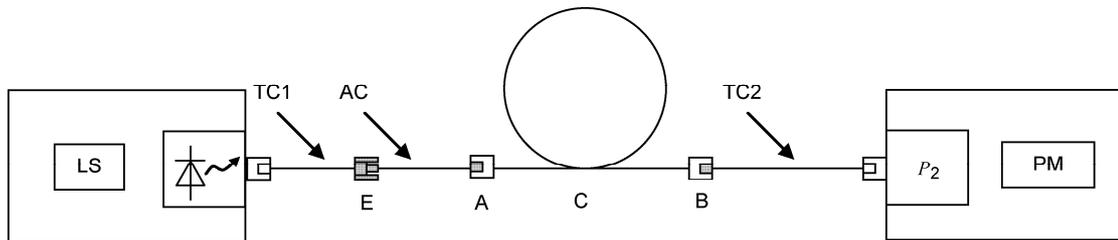
**Bild C.1 – Referenzmessung**



**Legende**

- |     |                         |     |                    |
|-----|-------------------------|-----|--------------------|
| LS  | Lichtquelle             | TC2 | Empfangskabel      |
| TC1 | Vorlaufkabel            | PM  | Leistungsmessgerät |
| C   | zu prüfende Kabelanlage |     |                    |

**Bild C.2 – Prüfmessung**



**Legende**

- |     |                         |     |                    |
|-----|-------------------------|-----|--------------------|
| LS  | Lichtquelle             | AC  | Adapterkabel       |
| TC1 | Vorlaufkabel            | TC2 | Empfangskabel      |
| C   | zu prüfende Kabelanlage | PM  | Leistungsmessgerät |

**Bild C.3 – Prüfmessung für Steckverbinder mit Stecker/Buchsen-Form**

ANMERKUNG Die Abschlüsse mit Referenzqualität sind schraffiert.

**C.4 Berechnungen**

Die Dämpfung  $L$  wird wie folgt berechnet:

$$L = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \quad (\text{dB}) \quad (\text{C.1})$$

**C.5 Aufgezeichnete Dämpfungskomponenten**

In den Bildern C.1, C.2 und C.3 sind die Dämpfungselemente dargestellt. Dabei handelt es sich um die Dämpfung der Kabelanlage C und die verschiedenen Verbindungs-dämpfungen in dB.

Die angegebene Dämpfung  $L$  für den Prüfaufbau in Bild C.2 ist:

$$L = A + B + C - D \quad (\text{C.2})$$

Die angegebene Dämpfung  $L$  für den Prüfaufbau in Bild C.3 ist:

$$L = A + B + C + E - D \quad (\text{C.3})$$

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieses Verfahrens und denen der anderen Verfahren mit LSPM sind in Anhang F erläutert.

## Anhang D (normativ)

### Optisches Zeitbereichsreflektometer

#### D.1 Anwendung des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren wurde für den Fall entwickelt, dass eine einzige Faser mit einem Optischen Zeitbereichsreflektometer (OTDR) von einem Ende einer Faser-Übertragungsstrecke oder eines Kanals aus gemessen wird. Wenn bidirektionale Messungen (siehe [G.6](#)) festgelegt sind, wird das in diesem Anhang vorgestellte Verfahren wiederholt, aber vom entgegengesetzten Ende der zu prüfenden Kabelanlage aus.

#### D.2 Prüfeinrichtung

##### D.2.1 Allgemeines

Für Messungen der Dämpfung und der Länge einer installierten Kabelanlage sind das OTDR, die Prüfkabel und Adapter erforderlich. Das Schaltbild einer OTDR-Prüfeinrichtung siehe in [5.4](#).

Der Prüfaufbau erfordert eine Vorlauf- und eine Nachlauffaser. Der Reflexionsgrad der Steckverbinder der Prüfkabel (Einkopplung und Nachlauf) sowie der Kabelanlage sollte so gering wie möglich sein.

Flüssigkeit oder Gel mit angepasstem Brechungsindex zwischen den polierten Steckverbinder-Stirnflächen darf nicht verwendet werden.

Die Anwendung der Nachlauffaser ermöglicht die Dämpfungsmessung der Verbindung am fernen Ende und damit die Erfassung der Dämpfung des gesamten Kabelabschnitts. Wird die Nachlauffaser nicht eingesetzt, können keine Angaben über den Steckverbinder am fernen Ende gemacht werden. Vielmehr ist nicht einmal eine Durchgangsprüfung des Lichtwellenleiters gewährleistet, da ein Faserbruch in der Nähe des fernen Endes vorhanden bzw. die Faser irgendwo entlang der Strecke nicht richtig gesteckt sein kann.

##### D.2.2 OTDR

Das OTDR muss für kurze Impulsbreiten (  $\approx 20$  ns) geeignet sein und über einen ausreichenden dynamischen Bereich verfügen ( $> 20$  dB), um eine Messung von üblicherweise bis zu 2 000 m durchführen zu können.

Die Dämpfungstotzone des OTDR (siehe [G.2.4](#)) sollte, die Norm für Steckverbinder einhaltend, weniger als 10 m betragen (d. h. ein Reflexionsgrad von  $-35$  dB).

Das Nahfeldprofil des Lichts, das vom Ende der Vorlauffaser des OTDR ausgestrahlt wird, muss die Anforderungen in [Anhang E](#) erfüllen.

##### D.2.3 Prüfkabel

Fasertyp und geometrische Eigenschaften der Vorlauf- und der Nachlauffaser müssen mit den Werten der Faser in der zu prüfenden Kabelanlage übereinstimmen, und die Prüfkabel sind so zu beschichten, dass Mantellicht entfernt wird. Vorlauf- und Nachlauffaser müssen länger sein als die Totzone, die durch die für eine bestimmte Länge der zu messenden Faser ausgewählte Impulsbreite verursacht wird. Der Lieferant der OTDR-Ausrüstung sollte die Längen empfehlen. Darüber hinaus müssen sie lang genug sein, um eine verlässliche gerade Ausgleichsline der Messkurve für die Rückstreuung zu erhalten, die auf die Totzone folgt.

Wenn keine anderen Angaben vorhanden sind, kann die Mindestlänge von Vorlauf- und Nachlauffaser so festgelegt werden, dass die Laufzeit des Rückflusses in ihnen mit der Impulsbreite des OTDR, die mit einem geeigneten Faktor multipliziert wird, übereinstimmt. Zum Beispiel würde eine mit dem Faktor 50 multiplizierte

übliche Impulsbreite von 20 ns eine Laufzeit für den Rückfluss von 1 000 ns ergeben, was einer Länge für Vorlauf- und Nachlaufaser von 100 m entspricht.

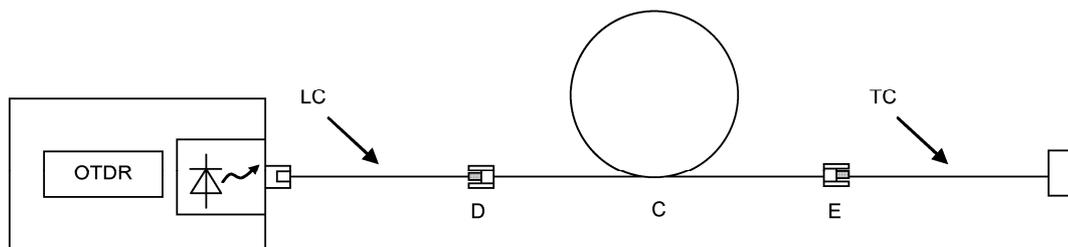
ANMERKUNG Wenn sich die Kennwerte der Faser im Prüfkabel von denen der Faser in der zu prüfenden Kabelanlage unterscheiden, ist eine bidirektionale Messung erforderlich (siehe Anhang I).

Für die Vorbereitung der Prüfkabel gilt Folgendes:

- Die durch Windungen verursachte Dämpfung sollte so gering wie möglich gehalten werden. Dafür ist ein Mindestbiegeradius von 45 mm notwendig.
- Abschluss an einem Ende der Kabel mit einem für den Anschluss an das OTDR geeigneten Steckverbinder.
- Abschluss am anderen Ende nach 5.2.3.
- Widerstandsfähige Faserprüfleitungen mit einem äußeren Mantel von beispielsweise 3 mm mit einer Zugentlastung sind zu anzuwenden.
- Die in den Prüfkabeln verwendete Faser sollte geschützt werden. Dies kann so erfolgen, dass der größte Teil des Kabels mit einem Behälter umschlossen ist oder dass das Kabel vollständig auf höhere Belastung ausgelegt ist. Für den Anschluss an das OTDR und die zu prüfende Kabelanlage kann die Faserlänge außerhalb des Behälters bis zu 2 m betragen.

### D.3 Durchführung (Prüfverfahren)

- Die Prüfkabel und die OTDR-Quelle werden nach Bild D.1 angeschlossen.
- Die Konfiguration des OTDR wird wie folgt vorgenommen:
  - Die kürzeste Pulsbreite wird gewählt, die dem Erfassen einer Messkurve in einem entsprechenden Zeitmaßstab entspricht, der ausreichend ausgeglichen ist (d. h. mit einem ausreichenden Signal-Rausch-Verhältnis), um eine genaue Analyse zu ermöglichen.
  - Die Dauer der Mittelung sollte je Messkurve höchstens 3 Minuten betragen. Mit einer zu kurzen Dauer der Mittelung (z. B. < 10 s) werden im Allgemeinen allerdings schlechte Ergebnisse erzielt.
  - Für ein besseres Verständnis der OTDR-Einstellungen siehe Anhang I.
- Auswählen der geeigneten Wellenlänge.
- Aufzeichnen der Rückstreuекurve.



- Legende**
- OTDR optisches Zeitbereichsreflektometer
  - LC Vorlaufaser
  - C zu prüfende Kabelanlage
  - TC Nachlaufaser

**Bild D.1 – Prüfmessung für das Verfahren mit OTDR**

ANMERKUNG 1 Die Abschlüsse mit Referenzqualität sind schraffiert.

ANMERKUNG 2 Im Bild D.1 wird der Aufbau dargestellt, bei dem ein Ende der Kabelanlage mit einer Stecker-Adapter-Kupplung abgeschlossen ist. Wenn die entsprechenden Steckverbinder mit Referenzqualität an den gleichen Positionen eingesetzt werden, sind andere Anordnungen gleichwertig.

## D.4 Berechnungen

### D.4.1 Allgemeines

Die Dämpfung wird wie folgt berechnet:

$$A = F_1 - F_2 \quad (\text{dB}) \quad (\text{D.1})$$

Dabei sind  $F_1$  und  $F_2$  die gemessenen Leistungspegel am Eingang und am Ausgang der zu prüfenden Kabelanlage (siehe D.3).

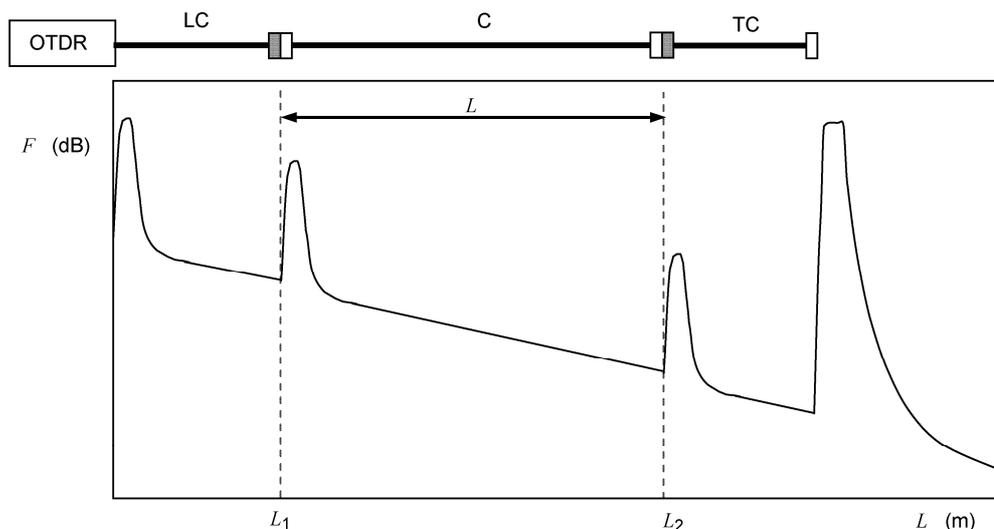
**ANMERKUNG** Auf der senkrechten OTDR-Achse wird das 5fache des Logarithmus der empfangenen Leistung und ein kontinuierlicher Versatz angezeigt. Die waagerechte Achse zeigt die Strecke entlang der Faser. Die Berechnung erfolgt durch Division der gemessenen Umlaufzeit durch zwei und durch die Geschwindigkeit des Lichts in der Faser, die durch den effektiven Gruppenbrechungsindex im Faserkern bestimmt wird.

Dies ist wichtig, um die Position der zwei Verbindungen genau festzustellen und die gemessenen Leistungspegel genau zu definieren.

### D.4.2 Verbindungsposition

Die zwei Verbindungen der zu prüfenden Kabelanlage werden durch die zwei Spitzen abgebildet, vor denen sie an der Krümmungsänderung positioniert sind.

An einer typischen Messkurve sind im Bild D.2 die Positionen der Steckverbinder abgebildet.



#### Legende

OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	$F$	reflektierter Leistungspegel
LC	Vorlauf-faser	$L_1, L_2$	Positionen der Kabelanschlüsse
C	zu prüfende Kabelanlage	$L$	Entfernung vom OTDR-Ausgang
TC	Nachlauf-faser		

**Bild D.2 – Position der Anschlüsse**

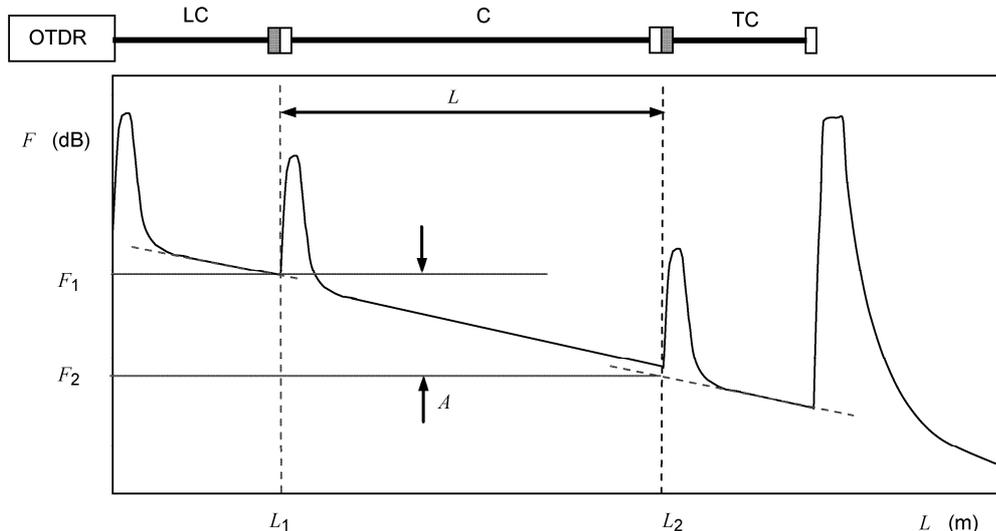
### D.4.3 Definition der Leistungspegel $F_1$ und $F_2$

Der an der Position  $L_1$  angezeigte Leistungspegel  $F_1$  wird bestimmt durch den Schnittpunkt der linearen Regression (LSA), die sich aus der von der Vorlauf-faser hervorgerufenen rückstreuenden Leistung aus dem linearen Teil ergibt, und der senkrechten Achse an der Position  $L_1$ .

Der an der Position  $L_2$  angezeigte Leistungspegel  $F_2$  wird bestimmt durch den Schnittpunkt der linearen Regression (LSA), die sich aus der von der Nachlaufkabel hervorgerufenen rückstreuenden Leistung aus dem linearen Teil ergibt, und der senkrechten Achse an der Position  $L_2$ .

An einer typischen Messkurve sind im Bild D.3 die Positionen der Pegel  $v_1$  <sup>N2)</sup> und  $F_2$  abgebildet.

Dieses Messverfahren wird auch als Fünfpunktanalyse mit LSA bezeichnet. Ausführlichere Angaben siehe [Anhang G](#).



**Legende**

OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	$F$	reflektierter Leistungspegel
LC	Vorlaufkabel	$L_1, L_2$	Position der Kabelanschlüsse
C	zu prüfende Kabelanlage	$L$	Entfernung vom OTDR-Ausgang
TC	Nachlaufprüfkabel	$F_1, F_2$	gemessener Leistungspegel bei $L_1$ und $L_2$
		$A$	Dämpfung

**Bild D.3 – Graphische Ermittlung von  $F_1$  und  $F_2$**

**D.4.4 Alternative Berechnung**

Mit dem OTDR können alternativ mit  $F_{11}$  und  $F_{12}$  zwei weitere Pegel angezeigt werden, um eine genaue Analyse der Messkurve durchführen zu können. Siehe [Bild D.4](#).

Der gemessene Leistungspegel  $F_{11}$  an der Position  $L_1$  wird bestimmt durch den Schnittpunkt der linearen Regression (LSA), die sich aus der von der zu prüfenden Kabelanlage hervorgerufenen rückstreuenden Leistung aus dem linearen Teil ergibt, und der senkrechten Achse an der Position  $L_1$ .

Der gemessene Leistungspegel  $F_{21}$  an der Position  $L_2$  wird bestimmt durch den Schnittpunkt der linearen Regression (LSA), die sich aus der von der zu prüfenden Kabelanlage hervorgerufenen rückstreuenden Leistung aus dem linearen Teil ergibt, und der senkrechten Achse an der Position  $L_2$ .

Drei weitere Dämpfungswerte werden wie folgt berechnet:

$$A_1 = F_1 - F_{11} \quad (\text{dB}) \tag{D.2}$$

$$A_2 = F_{21} - F_2 \quad (\text{dB}) \tag{D.3}$$

<sup>N2)</sup> Nationale Fußnote: Nach Meinung des deutschen Komitees ist hier  $F_1$  gemeint.

$$A_c = F_{11} - F_{12} \quad (\text{dB}) \quad (\text{D.4})$$

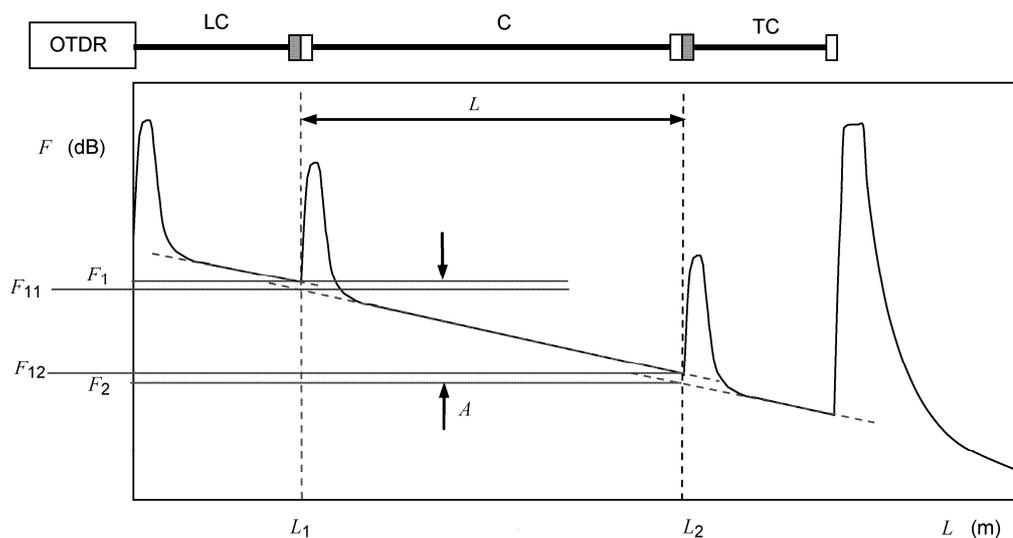
Dabei ist  $A_1$  die Dämpfung des Steckverbinders am nahen Ende,  $A_2$  die Dämpfung des Steckverbinders am fernen Ende und  $A_c$  die Dämpfung der Kabelanlage ohne die Steckverbinder.

Daraus ergibt sich:

$$A = A_1 + A_c + A_2 \quad (\text{dB}) \quad (\text{D.5})$$

Die zu unterstellenden Berechnungsfehler sind vernachlässigbar, die Gleichung (D.5) hat dieselbe Validität wie Gleichung (D.1).

Manchmal sind die Werte der Dämpfungen  $A_1$ ,  $A_c$  und  $A_2$  in Ereignistabellen aufgeführt.



**Legende**

OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	$L_1, L_2$	Position der Kabelanschlüsse
LC	Vorlaufaser	$L$	Entfernung vom OTDR-Ausgang
C	zu prüfende Kabelanlage	$F_1, F_2$	gemessener Leistungspegel bei $L_1$ und $L_2$
TC	Nachlaufprüfkabel	$F_{11}, F_{12}$	gemessener Leistungspegel bei $L_1$ und $L_2$
$F$	reflektierter Leistungspegel		an der Innenseite
		$A$	Dämpfung

**Bild D.4 – Graphische Ermittlung von  $F_1$ ,  $F_{11}$ ,  $F_{12}$  und  $F_2$**

**D.5 OTDR-Messunsicherheiten**

Bei der Aufzeichnung der Messergebnisse sollten folgende Quellen der Messunsicherheit beachtet werden:

- Beitrag des Rauschpegels – Fehler durch Systemrauschen oder einen großen Betrag eines weißen Rauschens; Rauschen ist immer größer als der Rückstreuepegel und nähert sich in einer logarithmischen Messkurve dem Grundrauschen an. Ein großer Betrag des Rauschens stört in der Messkurve die lineare Regression und führt zu einer falschen Bewertung der verschiedenen angezeigten Leistungspegel. Durch eine Verlängerung der Dauer der Mittelung oder eine größere Impulsbreite kann das Rauschen herabgesetzt werden. Bei Anliegen eines Anstiegs der linearen Regression (z. B. in dB/km) sind langsame und starke Anstiege im Allgemeinen mit einem übermäßig hohen Rauschpegel verbunden.
- Rückstreuoeffizient – wesentliche Unterschiede zwischen den Merkmalen der Prüfkabel und der zu prüfenden Kabelanlage, kann Abweichungen bei der scheinbaren Dämpfung der einzelnen Verbindungen verursachen. Wird zum Beispiel eine Faser mit einem niedrigen Rückstreuoeffizienten an eine Faser mit einem höheren Rückstreuoeffizienten angeschlossen, wird vom OTDR von der Faser mit einem höheren Rückstreuoeffizienten mehr Energie empfangen. Dies kann als eine Verringerung der

scheinbaren Dämpfung gedeutet werden und sogar wie eine Verstärkung (negative Dämpfung) erscheinen. Dies ist als Gainer-Effekt bekannt.

- Starke Reflexion – Nichtlinearitätseffekte von starken Reflexionen verursachen Dämpfungsfehler, Fehler des Dämpfungskoeffizienten und eine Verbreiterung der Totzone.
- Einkopplungsbedingungen – Fehler durch eine untererregte oder vollangeregte Einkopplung oder Mantellicht.
- Mittenwellenlänge des OTDR-Lasers – verursacht Abweichungen der Faserdämpfung zwischen der Wellenlänge des OTDR-Lasers und der Wellenlänge des Senders der Kabelanlage.
- Spektralbreite – bezogen auf die Mittenwellenlänge verursachen größere Spektralbreiten Abweichungen der Faserdämpfung zwischen der Wellenlänge des OTDR-Lasers und der Wellenlänge des Senders der Kabelanlage.
- Fehler beim Setzen der Positionsmarken – Fehler entweder beim Setzen der Positionsmarken durch den Softwareanalysator oder beim Setzen der Positionsmarken von Hand. Dies kann zum Fehler führen, wenn die Anstiege der verschiedenen Fasern sehr unterschiedlich sind.

## Anhang E (normativ)

### Anforderungen an die Quellenkennwerte für die Messung von Mehrmodenfasern

#### E.1 Eingeschlossener Strahlungsfluss

Die Definition für den EF ist in 3.1.5 angegeben. Dieser wird aus der Nahfeldmessung des vom Ende der Vorlauffaser kommenden Lichts ermittelt.

Die Nahfeldmessung wird nach IEC 61280-1-4 vorgenommen. Das Ergebnis der Nahfeldmessung ist eine Funktion des Nahfeldprofils  $I(r)$ , aus dem Radius  $r$  vom optischen Zentrum des Kerns beginnend, die für die Berechnung der EF-Funktion verwendet wird, die angegeben wird mit:

$$EF(r) = \frac{\int_0^r xI(x)dx}{\int_0^R xI(x)dx} \quad (\text{E.1})$$

Dabei ist  $R$  eine in IEC 61280-1-4 festgelegte Integrationsgrenze.

#### E.2 Grenzwerte für den eingeschlossenen Strahlungsfluss

Diese Anforderungen gelten für Kabelanlagen mit Mehrmodenfasern der Kategorien A1a und A1b, die in IEC 60793-2-10 mit einem Faserkern von 50  $\mu\text{m}$  und 62,5  $\mu\text{m}$  und beide mit einem Manteldurchmesser von 125  $\mu\text{m}$  festgelegt sind. Die Anforderungen an andere Kategorien von Mehrmodenfasern werden untersucht.

Die Grenzwerte für den begrenzten Lichtstrom werden abgeleitet vom Ziel des Nahfeldes und von Grenzwertbedingungen, die aufgestellt wurden, um die Dämpfungsabweichung aus den Abweichungen in der Quelle auf  $\pm 10\%$  oder  $\pm X$  dB des Wertes einzuschränken, der bei Anwendung des Ziels der Einkopplung erhalten werden würde, je nachdem, welcher Wert größer ist. Für diese Dämpfungswerte werden nur die Einkopplungsverluste berücksichtigt.

Die Theorie, die zu den EF-Grenzwerten führt, basiert auf Annahmen, die Folgendes einschließen:

- Ausmaß und Ausprägung des Brechungsindex;
- Spektralbreite;
- Gauß-Hermite-Modell für die Modenfelder.

Ein Abweichen von den Annahmen kann zu zusätzlichen Dämpfungsänderungen führen. Eine Annahme geht davon aus, dass die Dämpfung mit einem Verfahren gemessen wird, das ein LSPM verwendet, bei dem das Licht von vorn durch die Verbindungen eingekoppelt und das rückgestreute Licht nicht berücksichtigt wird. Das Verfahren, bei dem ein OTDR verwendet wird, basiert auf dem rückgestreuten Licht, das auf eine andere Weise eingekoppelt wird. Das Verständnis über den Zusammenhang von der durch einen OTDR hervorgerufenen Dämpfungsabweichung zu den Grenzwerten des begrenzten Lichtstroms ist somit unvollständig.

**ANMERKUNG** Die Einkopplungsbedingungen der Quelle werden am Ausgang der Vorlauffaser definiert. Es wird davon ausgegangen, dass die Quelle nach Überprüfung beim Hersteller mit einem Prüfkabel mit bestimmten Spezifikationen im Anlieferungszustand die festgelegte Einkopplung aufweist. Sollte die Vorlauffaser ersetzt werden, ist ein mit den Empfehlungen des Herstellers übereinstimmendes Kabel zu verwenden bzw. sollte es nach einem der Verfahren in F.2 überprüft werden.

X wird als Toleranzschwelle bezeichnet und variiert entsprechend den Werten in Tabelle E.1 abhängig von Kerndurchmesser und Wellenlänge.

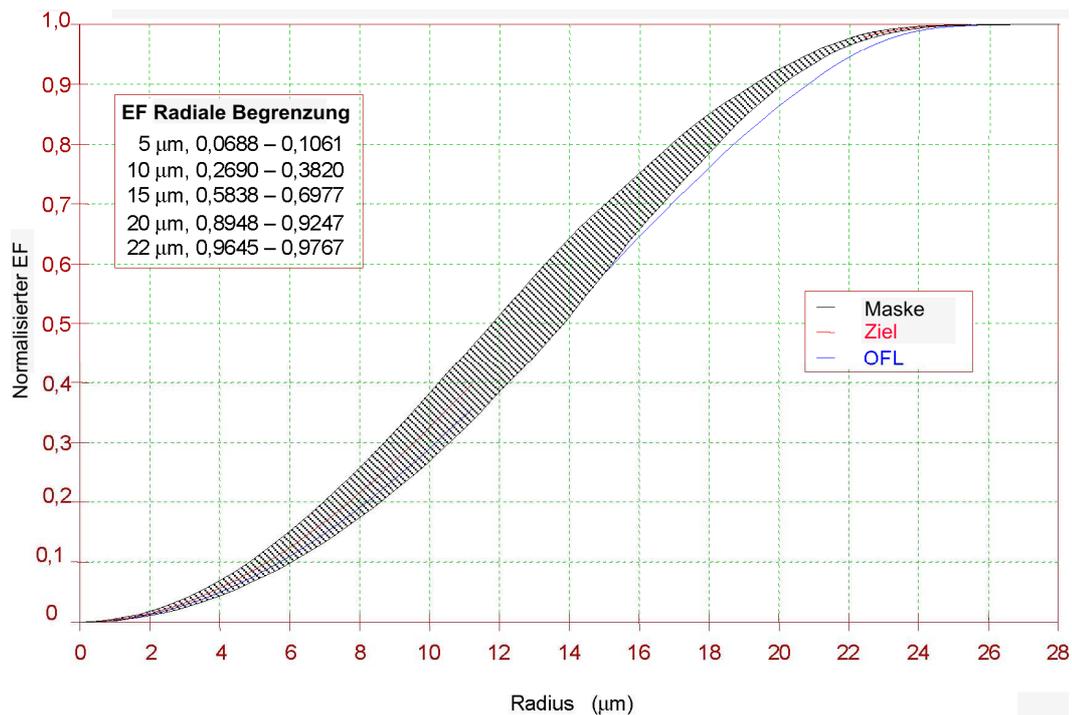
**Tabelle E.1 – Toleranzschwelle**

Schwellwert dB	Wellenlänge nm	
	850	1 300
Neendurchmesser des Faserkerns (µm)		
50	0,08	0,12
62,5	0,10	0,15

Die Tabelle E.1 bezieht sich auf den Nennkerndurchmesser. Der Kerndurchmesser der Vorlauffaser ist entscheidend für eine gute Leistung. Es wird eine Grenzabweichung unter  $\pm 1,0 \mu\text{m}$  empfohlen, z. B.  $\pm 0,7 \mu\text{m}$ .

Das Beispiel einer EF-Maske für eine 50 µm Faser bei 850 ns wird in Bild E.1 dargestellt. Entlang des eingeschlossenen Strahlungsflusses wird auch das durch eine vollangeregte Einkopplung erreichte EF-Ziel gezeigt.

EF-Maske  
8 Grenzwerte für die Dämpfungsabweichung; 850 nm; 50 µm  
75 % Form tol, Installationseinschränkungen (µm Verschiebung × #CMPTS, dB Tol) =  
(2,0 × 2,08 dB), (3,0 × 2,08 dB), (4,0 × 2,08 dB), (5,0 × 2,10 %), (2,0 × 5,08 dB), (3,0 × 5,10 %), (4,0 × 5,10 %), (5,0 × 5,10 %)



**Bild E.1 – Beispiel einer EF-Maske**

Die EF-Anforderungen sind als Grenzwerttabellen mit Werten für jede der Gruppen bestimmter radialer Messpunkte und für alle Kombinationen von Fasergrößen und Wellenlängen festgelegt. Diese Grenzwerte sind in den Tabellen E.1 bis E.5 aufgeführt.

**Tabelle E.2 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 50 µm bei 850 nm**

Radius µm	EF untere Grenze	Ziel	EF obere Grenze
10	0,278 5	0,335 0	0,391 5
15	0,598 0	0,655 0	0,711 9
20	0,910 5	0,919 3	0,929 5
22	0,969 0	0,975 1	0,981 2

**Tabelle E.3 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 50 µm bei 1 300 nm**

Radius µm	EF untere Grenze	Ziel	EF obere Grenze
10	0,279 2	0,336 6	0,394 0
15	0,599 6	0,656 7	0,713 8
20	0,907 2	0,918 6	0,930 0
22	0,966 3	0,972 8	0,979 3

**Tabelle E.4 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 62,6 µm bei 850 nm**

Radius µm	EF untere Grenze	Ziel	EF obere Grenze
10	0,168 3	0,210 9	0,253 5
15	0,369 5	0,439 0	0,508 5
20	0,633 7	0,692 3	0,750 9
26	0,924 5	0,935 0	0,945 5
28	0,971 0	0,978 3	0,985 6

**Tabelle E.5 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 62,5 µm bei 1 300 nm**

Radius µm	EF untere Grenze	Ziel	EF obere Grenze
10	0,168 0	0,211 9	0,255 8
15	0,369 9	0,440 9	0,511 9
20	0,636 9	0,694 5	0,752 1
26	0,925 4	0,935 7	0,946 0
28	0,970 8	0,978 2	0,985 6

## Anhang F (informativ)

### Beispiele für Messunsicherheiten

#### F.1 Messunsicherheiten durch Anwendung eines Abschlusses mit Referenzqualität

Steckverbinder mit Referenzqualität werden, wenn möglich, eingesetzt, um Messunsicherheiten zu verringern. Sollte ein Steckverbinder an einer exzentrischen LWL-Faser zur Anwendung kommen, würden die Ergebnisse in Abhängigkeit der jeweiligen Ausrichtung des Steckverbinders an der Vorlauffaser zum Versatz des Steckverbinders der Kabelanlage abweichend ausfallen.

Die Auswertung der gemessenen Dämpfung der Kabelanlage erfolgt voraussichtlich auf der Grundlage des Ergebnisses eines Vergleiches mit einem spezifizierten Akzeptanz-Betrag für eine Annahme/Rückweisung. Dieser Akzeptanz-Betrag kann auf der Gesamtdämpfung der Kabelanlage basieren oder sie basiert auf der Addition der einzelnen Dämpfungskomponenten.

Abschlüsse mit Referenzqualität an den Prüfleitungen werden deshalb verwendet, weil die gemessene Dämpfung der Kabelanlage üblicherweise geringer ist, als wenn Standard-Abschlüsse zur Anwendung kommen. Das kann zum Beispiel bedeuten, dass, wenn der Akzeptanz-Betrag für das vollständige Kabelsystem auf der Annahme der Einbeziehung von Standard-Steckverbindern basiert, eine Änderung des Akzeptanz-Betrages notwendig ist.

In der folgenden Tabelle sind die Dämpfungen anhand von Beispielen für die unterschiedlichen Anschlussmöglichkeiten der Abschlüsse mit Referenz- und Standardqualität aufgeführt.

**Tabelle F.1 – Erwartete Dämpfung zu den Beispielen (Anmerkung 1)**

Abschluss 1	Abschluss 2	Dämpfungsanforderung
MM Referenzqualität	MM Referenzqualität	0,1 dB
MM Referenzqualität	MM Standardqualität	0,3 dB
MM Standardqualität	MM Standardqualität	0,5 dB (Anmerkung 2)
ANMERKUNG 1 In Tabelle F.1 sind die geforderten Leistungen der Abschlüsse mit Standard- und Referenzqualität nach IEC 60874-19-1 aufgeführt. Diese Werte sind in vielen, aber nicht in allen Betriebsverhaltensnormen für Verbindungshardware zu finden.		
ANMERKUNG 2 Die einzelnen Verbindungen müssen zu 97 % diese Dämpfungsgrenzwerte einhalten. Da mindestens zwei Verbindungen im Kabelsystem vorhanden sind, ist auf statistischer Grundlage ein Wert von 0,5 dB angegeben.		

#### *Beispiel 1 (für Referenzmessung mit einem Prüfkabel)*

Ein Verkabelungssystem mit Mehrmodenfasern von 100 m Länge ist in einem Schaltfeld an jedem Ende abgeschlossen. In der Annahme, dass Steckverbinder mit Standardqualität verwendet werden, jede der Verbindungen 0,5 dB und die verkabelten Lichtwellenleiter eine Dämpfung von 3,5 dB/km besitzen, würde die erwartete Dämpfung insgesamt bis zu 1,35 dB betragen.

Erfolgt die Messung des Systems, wie beschrieben, mit der Referenzmessung mit einem Prüfkabel und werden an den Prüfleitungen Abschlüsse mit Referenzqualität verwendet, dann wird die Dämpfung bis zu 0,95 dB betragen (0,35 dB für die 100 m Lichtwellenleiter plus 0,3 dB für jede Verbindung zwischen den Abschlüssen mit Referenzqualität und Standardqualität).

Für jede Verbindung von Referenzqualität zu Standardqualität im Prüfaufbau sollte von dem Akzeptanz-Betrag ein Korrekturwert von 0,2 dB subtrahiert werden.

#### *Beispiel 2 (für Referenzmessung mit drei Prüfkabeln)*

Das Verkabelungssystem aus dem Beispiel 1, allerdings mit Geräteanschlusskabeln, die im Rangierfeld mit Abschlüssen mit Standardqualität angeschlossen sind, wird verwendet. Die Dämpfung, bei der die abschließenden Steckverbinder nicht berücksichtigt sind, ist dieselbe wie in Beispiel 1, d. h. 1,35 dB.

Erfolgt die Prüfung des mit Steckverbinder-Steckern abgeschlossenen Systems mit der Referenzmessung mit drei Prüfkabeln, dann wird die gemessene Dämpfung 1,75 dB betragen. Dabei wird wie zuvor von einer Dämpfung für die Kabelanlage von 1,35 dB ausgegangen plus  $2 \times 0,2$  dB, da bei der Referenzmessung zwei Verbindungen mit Referenzqualität zu Referenzqualität eingeschlossen sind, die bei der Messung des Leistungspegels der Kabelanlage ersetzt werden durch zwei Verbindungen mit Referenzqualität zu Standardqualität.

Für jede Verbindung mit Referenzqualität zu Referenzqualität bei der Referenzmessung, die bei der Messung der Kabelanlage durch eine Verbindung mit Referenzqualität zu Standardqualität ersetzt wird, sollte zu der Akzeptanz-Abbildung ein Korrekturwert von 0,2 dB hinzuaddiert werden.

*Beispiel 3 (für Referenzmessung mit zwei Prüfkabeln, Bild C.3)*

Das Verkabelungssystem aus dem Beispiel 2, allerdings mit Anschlusskabeln, die im Rangierfeld mit Steckverbindern der Bauform Stecker/Steckverbinder-Buchse mit Standardqualität wie z. B. MTRJ angeschlossen sind, wird verwendet. Um dieses System zu prüfen, ist die Referenzmessung mit zwei Prüfkabeln und einem zusätzlichen Adapterkabel mit Referenzqualität, um den Prüfaufbau zu vervollständigen, anzuwenden. Dieses Adapterkabel gewährleistet zwar die Konnektivität, es wird aber die Dämpfung des Steckverbinderpaars hinzugefügt, das bei dem Referenzverfahren ausgeklammert war, da alle eingebundenen Steckverbinder Referenzqualität besitzen. Die Schnittstelle des Steckverbinders mit Referenzqualität zum Steckverbinder mit Standardqualität des Rangierverteilers wird üblicherweise jedoch eine geringere Dämpfung verursachen als die Geräteverbindungskabel. Daher ist es notwendig, das Abnahmekriterium um  $2 \times 0,2$  dB, also 0,4 dB herabzusetzen.

## **F.2 Verifikation des Nahfelds am Ausgang der Vorlauffaser**

### **F.2.1 Direktverifikation**

Bei dieser Vorgehensweise wird direkt am Ausgang der Vorlauffaser gemessen. Bezüglich der mit einer entsprechenden Einkopplung verbundenen Dämpfungsmessungen besteht die größte Unsicherheit hinsichtlich des Kerndurchmessers der Faser in der Vorlauffaser.

Wird eine Faser mit einem Kerndurchmesser verwendet, der über dem Nennwert liegt, und das Ziel der Einkopplung wurde erreicht, wird die Dämpfung geringer ausfallen als bei einer Faser mit einem Nennkerndurchmesser.

Wird eine Faser mit einem Kerndurchmesser verwendet, der unter dem Nennwert liegt, und das Ziel der Einkopplung wurde erreicht, wird das Ergebnis der Dämpfung höher ausfallen als bei einer Faser mit einem Nennkerndurchmesser.

### **F.2.2 Verifikation der Herstellerprüfeinrichtung**

Im Allgemeinen enthält die Prüfeinrichtung für die LSPM-Methode eine Lichtquelle mit einer Buchse, in die der Stecker der Vorlauffaser eingesteckt wird. Es kann eine hauptsächlich gerade Vorlauffaser ohne zusätzlichen Moden-Konditionierer sein, oder es kann einen festen Moden-Konditionierer enthalten, wie z. B. einen Wickeldorn oder andere Elemente. Der durch die Vorlauffaser ausgestrahlte eingeschlossene Strahlungsfluss ist abhängig von den Kennwerten des aus der Buchse kommenden Lichts der Quelle, der Verbindung der Vorlauffaser zur Buchse, der Faser in der Vorlauffaser und allen verwendeten modenkonditionierenden Elementen.

Der Hersteller der Prüfeinrichtung sollte Spezifikationen für das Prüfkabel bereitstellen, die mit der jeweils verwendeten Quelle kompatibel sind. Entspricht das in der Prüfeinrichtung verwendete Kabel dieser Leistungsbeschreibung, sollten die EF-Anforderungen gewährleistet sein.

## F.2.3 Vor-Ort-Überprüfung mit technischem Artefakt

### F.2.3.1 Allgemeines

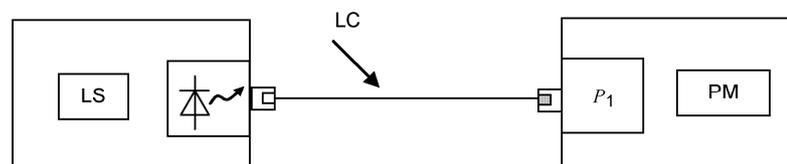
Das die Feld-Messungen durchführende Fachpersonal hat nicht unbedingt die Geräte, um eine Nahfeldmessung durchzuführen, die zur Bestätigung der Anforderungen von [Anhang E](#) notwendig ist. Selbst wenn die Prüfeinrichtung vom Hersteller als geeignet angesehen wird, könnten Abweichungen durch die verwendete Vorlauffaser oder andere veränderte Kennwerte auftreten. Dieser Abschnitt behandelt ein Verfahren, das eine annehmbare Feld-Test-Messung ermöglicht. Diese Verfahren beruht auf einer Dämpfungsmessung vor Ort mit einem technischen Prüfnormal. Die Dämpfung dieses Artefakts ist unter Einbeziehung der Einkopplungsbedingungen und durch Messung des begrenzten Lichtstroms klassifiziert vom Lieferanten beschrieben worden.

Die Bedeutung von Dämpfungsmessungen eines Prüfnormales im Feld, liegt darin, eine Überprüfung zu ermöglichen, die einen annehmbaren Nachweis liefert, dass die Messungen der Kabelanlage zufriedenstellend sind. Die Eignung dieses Ansatzes bleibt unter Berücksichtigung aller Kennwerte ein zu untersuchender Schwerpunkt.

Am Ende dieses Abschnitts wird eine Anleitung zur Herstellung eines Prüfnormales, das durch Versuche verifiziert wurde, bereitgestellt. Es könnte auch andere Lösungen geben.

Die Grenzwerte für den begrenzten Lichtstrom beruhen auf Nachbildungen von zwei bzw. fünf Verkettungen von Verbindungen mit unterschiedlich festgelegtem Versatz. Dadurch entstehen Grenzwerte, die die Notwendigkeit verdeutlichen, den Außenradius der Abweichungen des begrenzten Lichtstroms am genauesten zu überwachen. Das liegt daran, dass die in der Verkabelung enthaltenen Verbindungen mit Versatz Moden-Dämpfungsunterschiede mit der höchsten Dämpfung in den höheren Modengruppen verursachen, die am maßgeblichsten zum erhöhten Radiusteil des begrenzten Lichtstroms beitragen. Die Leistungsabweichungen dieser höheren Modengruppen bei der Einkopplung verursachen bei den Dämpfungsmessungen der Verkabelung die größten Abweichungen. Deswegen muss ein von der Vorlauffaser ausgestrahltes technisches Prüfnormal die höheren Modengruppen untersuchen.

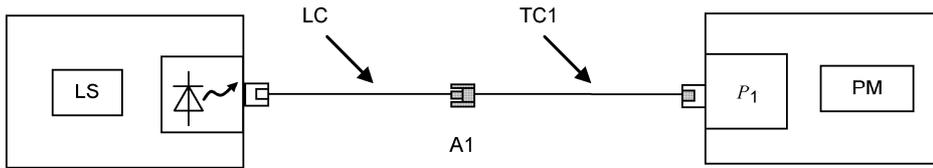
Eine Möglichkeit dafür ist die Fertigung von Prüfkabeln mit Abschlüssen an den Enden, die Referenzqualität haben, und mit versetzten Spleißen zwischen den Enden. Dies wird in den Bildern F.1 bis F.4 dargestellt.



#### Legende

LS	Lichtquelle
LC	Vorlauffaser
PM	Leistungsmessgerät

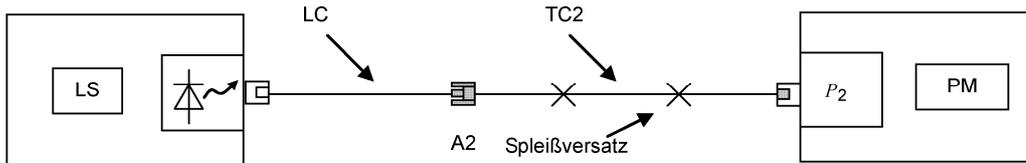
**Bild F.1 – Leistungsausgangsmessung**



**Legende**

LS	Lichtquelle	TC1	Prüfkabel
LC	Vorlauffaser	PM	Leistungsmessgerät
A1	Steckverbindersatz		

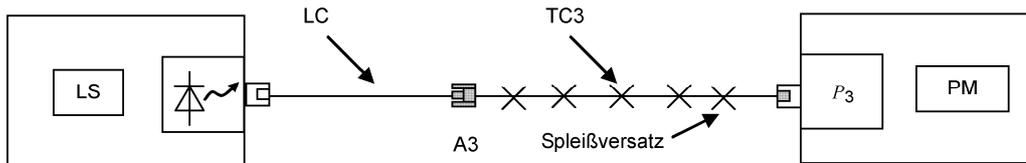
**Bild F.2 – Verifikation der Verbindung mit Referenzqualität**



**Legende**

LS	Lichtquelle	TC2	Prüfkabel
LC	Vorlauffaser	X	Spleiße mit Versatz
A2	Steckverbindersatz	PM	Leistungsmessgerät

**Bild F.3 – Zwei Spleiße mit Versatz**



**Legende**

LS	Lichtquelle	TC3	Prüfkabel
LC	Vorlauffaser	X	Spleiße mit Versatz
A3	Steckverbindersatz	PM	Leistungsmessgerät

**Bild F.4 – Fünf Spleiße mit Versatz**

**F.2.3.2 Dämpfungskennzeichnungsverfahren für Artefakte**

Folgendes Verfahren wird angewandt:

- Bei den Messungen des EF und des LC wird ein Moden-Konditionierer verwendet und der EF auf den Zielwert gebracht;
- das LC wird wie im Bild F.1 am PM angeschlossen, und  $P_0$  wird gemessen (alle Leistungsmessungen in dBm);
- zwischen LC und das PM wird TC1, wie in Bild F.2 dargestellt, angeschlossen und  $P_1$  gemessen;
- Berechnung von  $L_1 = P_0 - P_1$ ;
- Verifizieren, dass  $L_1$  0,1 dB ist;
- TC1 wird, wie in Bild F.3 dargestellt durch TC2 ersetzt, und  $P_2$  wird gemessen;
- Berechnung von  $L_2 = P_0 - P_2$  und  $L_{2ADJ} = L_2 - L_1$ ;
- TC2 wird, wie in Bild F.4 dargestellt durch TC3 ersetzt, und  $P_3$  wird gemessen;
- Berechnung von  $L_3 = P_0 - P_3$  und  $L_{3ADJ} = L_3 - L_1$ .

$L_{2ADJ}$  und  $L_{3ADJ}$  sind die Zielwerte der Dämpfung für TC2 und TC3.

Dieses Verfahren wird nach der Korrektur des EF auf den höchsten und den niedrigsten Maskenwert jeweils wiederholt, um für die zwei Prüfkabel die entgegengesetzten Grenzwerte zu erzeugen.

### F.2.3.3 Konstruktionsangaben

Der EF ist festgelegt als eine Gruppe radialer Messpunkte mit einem Zielwert und Grenzen, die darüber und darunter liegen, welche als Ziel und als Toleranz betrachtet werden können. Die Messwerte können in normalisierte metrische Werte umgewandelt werden, welche den Prozentsatz der Gesamttoleranz (en: percent of total tolerance, PTU) angeben. Die metrischen Werte besitzen ein positives Vorzeichen für vollangeregt gegenüber dem Zielwert und ein negatives Vorzeichen für untererregt. Vollanregung gegenüber dem Zielwert tritt auf, wenn der gemessene EF unter dem Ziel liegt.

Für das Verfahren gibt es eine Anleitung, wie der Moden-Konditionierer zu verändern ist, dass der EF am Ausgang den Zielwert erreicht. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn der PTU für den größten gemessenen Radius innerhalb von  $\pm 5\%$  liegt und alle weiteren innerhalb von  $\pm 35\%$ . Wenn der EF so angepasst wird, dass der Höchstwert bzw. der Kleinstwert der EF-Maske erreicht werden, sollte das Hauptaugenmerk auf dem größten gemessenen Radius liegen. Mit kaum einer Einkopplung werden bei allen gemessenen Radien die Grenzwerte der EF-Maske erreicht.

Die Faser in den Prüfkabeln sollte einen Nennkerndurchmesser oder einen Durchmesser, der ein wenig darüber liegt ( $< 1\ \mu\text{m}$ ) besitzen. Die Länge der Faser zwischen den Spleißen oder Steckverbindern sollte 2 m bis 4 m betragen. Die Versuchsergebnisse wurden mit einer Länge von 3 m erzielt. Der Versatz der Spleiße sollte, entsprechend der einzelnen Verbindungsdämpfungen von etwa 0,2 dB bis 0,3 dB, zwischen 3  $\mu\text{m}$  und 4  $\mu\text{m}$  liegen. Die Versuchsergebnisse wurden mit einer Spleißung mit einstellbarem Versatz erzielt. Der Zielwert des Versatzes lag bei 3,5  $\mu\text{m}$ .

Alle Abschlüsse müssen Referenzqualität besitzen.

### F.2.3.4 Ergebnisse für dieses Beispiel

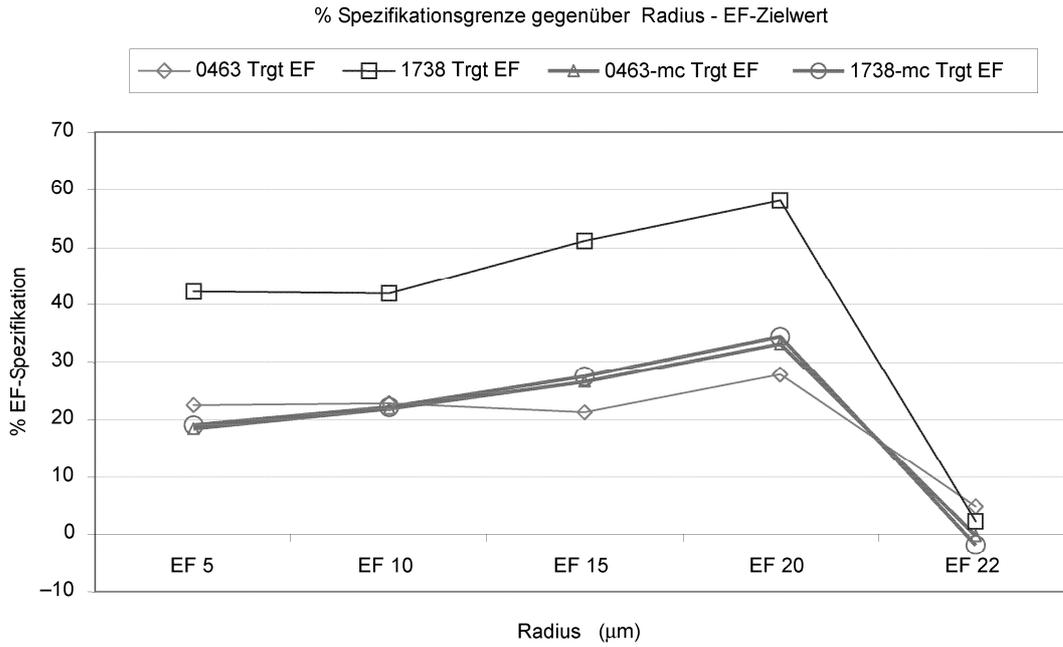
Die folgenden Versuchsergebnisse wurden mit einem Faserkern von 50  $\mu\text{m}$  bei 850 nm erzielt.

Zwei auf LED basierende Quellen mit einer Spektralbreite von annähernd 35 nm Halbwertsbreite wurden verwendet. Zwei unterschiedliche Moden-Konditionierer wurden zur Anpassung des EF angewandt:

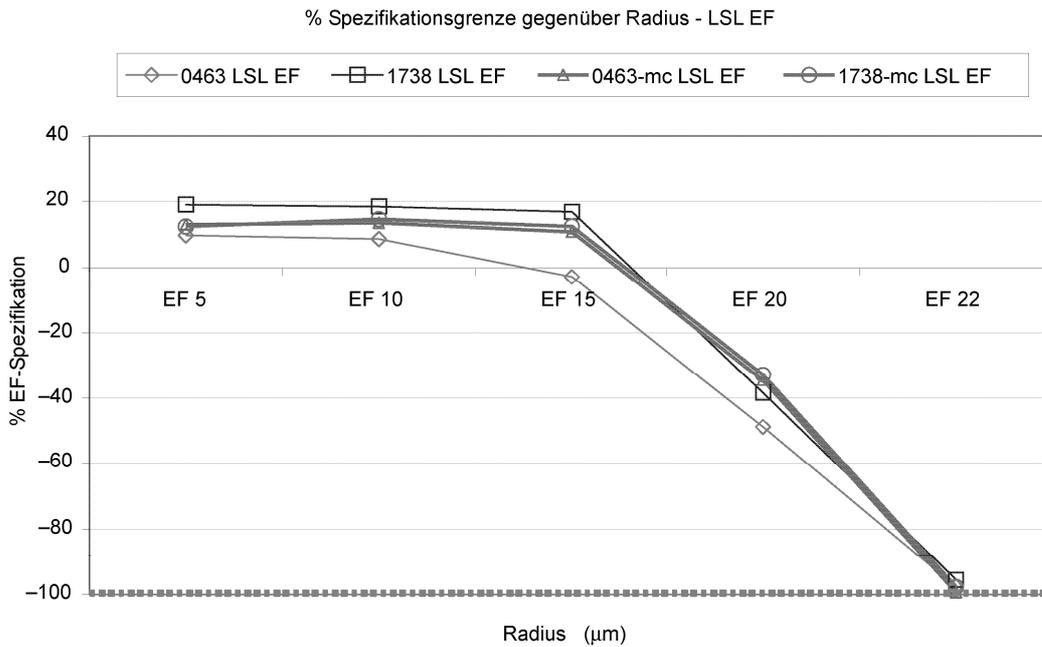
- Wickeldorn – üblicherweise 25 mm und Teilwicklungen;
- Wickeldorn plus Element der Modenkonditionierung.

Mit dem Wickeldorn plus Element der Modenkonditionierung konnte der höchstzulässige Grad der Anregung nicht erreicht werden.

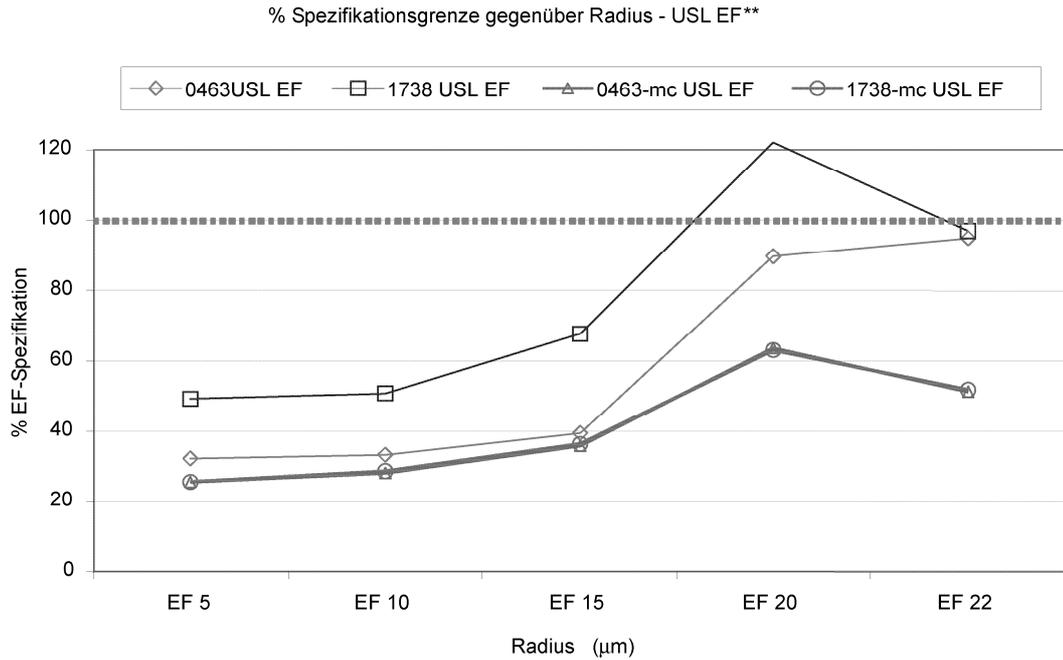
Die [Bilder F.5 bis F.7](#) zeigen die Ergebnisse hinsichtlich der für die verschiedenen Radien der Messpunkte und der zwei Elemente verwendeten prozentualen Toleranz bei mittlerem EF und den niedrigen sowie oberen Grenzwerten des EF.



**Bild F.5 – EF, mittig**

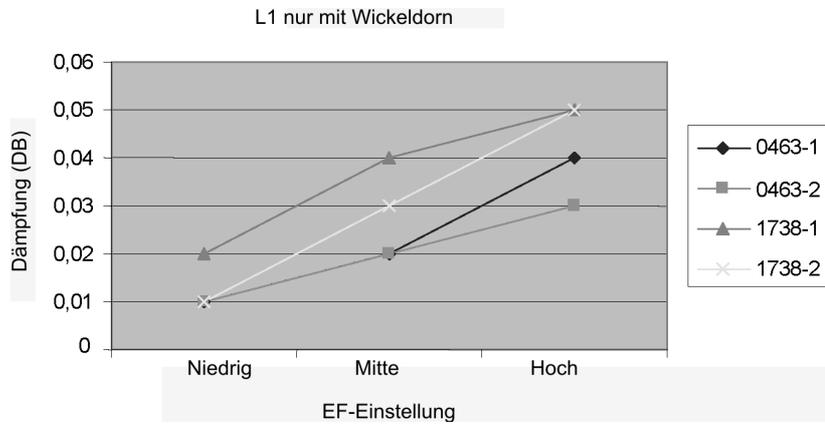


**Bild F.6 – EF, untererregt**



**Bild F.7 – EF, vollangeregt**

Die nächsten Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Dämpfungsmessung unter diesen Bedingungen für jede der beiden Quellen.



**Bild F.8 – Dämpfung L1 mit Wickeldorn**

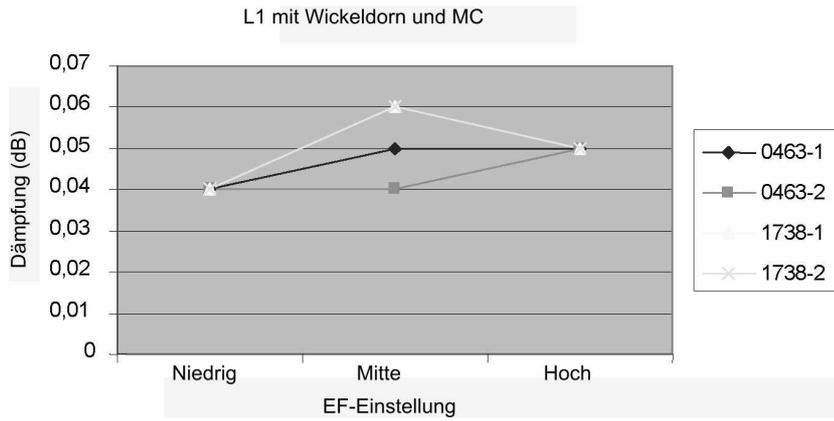


Bild F.9 – Dämpfung L1 mit Wickeldorn und Moden-Konditionierer (MC)

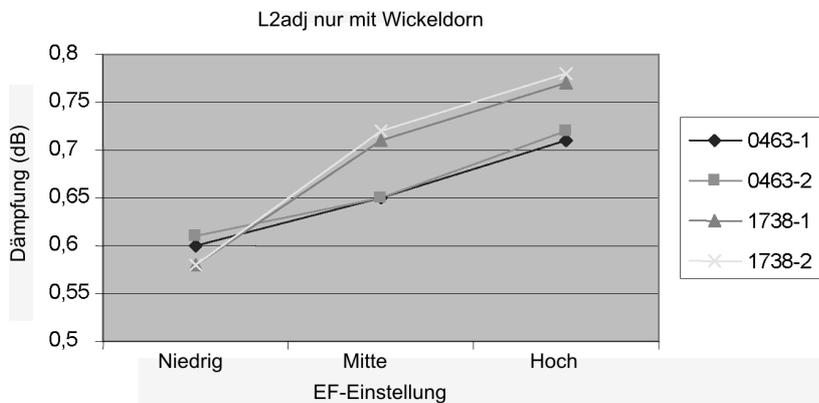


Bild F.10 – Dämpfung L2 (angepasst) mit Wickeldorn

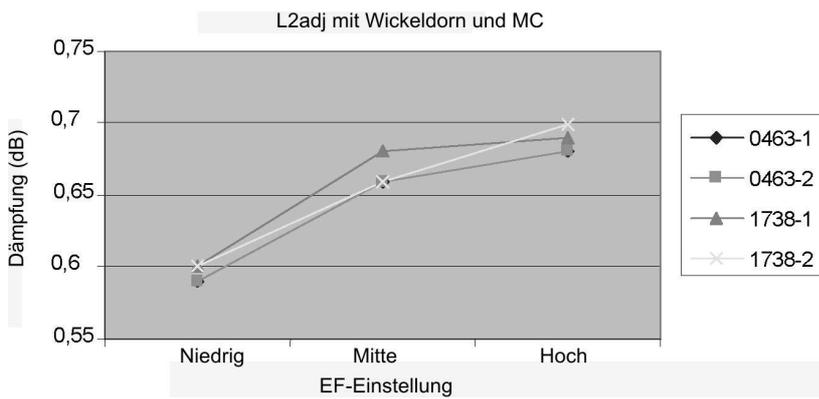
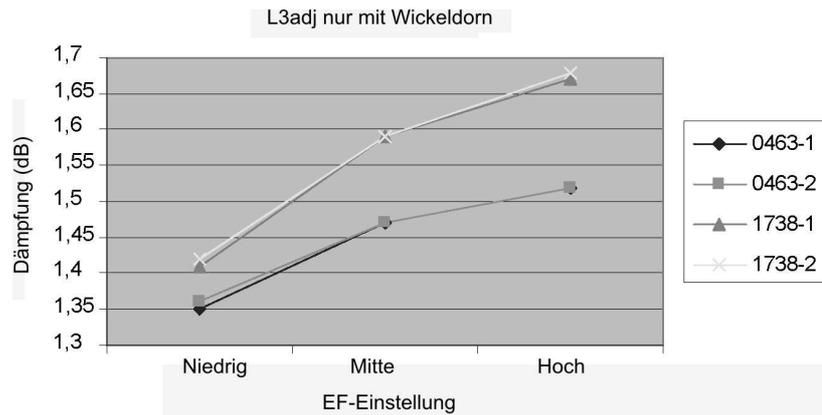
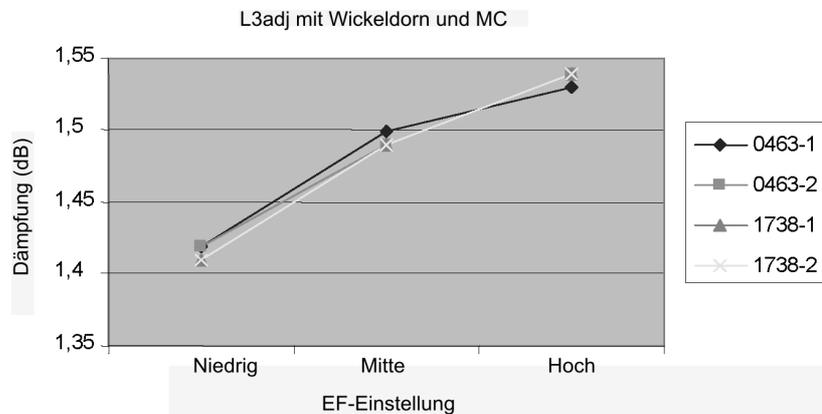


Bild F.11 – Dämpfung L2 (angepasst) mit Wickeldorn und Moden-Konditionierer (MC)



**Bild F.12 – Dämpfung L3 (angepasst) mit Wickeldorn**



**Bild F.13 – Dämpfung L3 (angepasst) mit Wickeldorn und Moden-Konditionierer (MC)**

Element 1738, das bei radialen Messwerten von 20 µm und darunter schwach angeregt und ohne Moden-Konditionierer war, verzeichnete eine verhältnismäßig hohe Dämpfung. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, die Abweichung vom EF-Zielwert über den gesamten Radius der Messpunkte so gering wie möglich zu halten, wenn die Prüfnorm-Zielwerte und die Grenzwerte erzeugt werden.

Die Dämpfungsabweichung bleibt innerhalb von etwa ± 10 %, da der Grad der Anregung entlang der Maske unterschiedlich ist.

## Anhang G (informativ)

### Angaben zur OTDR-Konfiguration

#### G.1 Einleitung

Anhang G enthält Informationen über OTDRs und deren Konfiguration. Hinzu kommen graphische Darstellungen, die unterstützend für die Anwendung von [Anhang D](#) sind, beziehend auf IEC 61746.

Die Funktionsweise des OTDR beruht auf dessen Einkopplung kurzer Lichtimpulse an einem Ende des zu prüfenden Lichtwellenleitersystems und der Messung des aus demselben Ende des Lichtwellenleiters zurückkommenden Signals als Funktion der Laufzeit.

Für den Signalarückfluss gibt es zwei Ursachen:

- 1) Das eigene Streulicht im Lichtwellenleiter. Dies beruht auf der Rayleigh-Streuung, die durch winzige Abweichungen in der Molekularstruktur des Siliziumdioxids verursacht werden und bewirken, dass Teile der Energie der Lichtpulse in alle Richtungen gestreut werden – wobei ein sehr geringer Anteil davon in die Richtung, aus der die Einkopplung erfolgte, zurückgestreut wird – die sogenannte „Rückstreuung“.
- 2) Reflexionen, verursacht durch die Schnittstellen und Brechungsindexänderungen an einzelnen Stellen der Kabelanlage. Diese sind als Fresnel-Reflexionen bekannt.

Das Kurvenbild des Leistungsrückflusses des Signals als Funktion der Laufzeit liefert die Ausgangsdaten, die das OTDR verarbeiten muss. Üblicherweise werden diese Ausgangsdaten vom OTDR so verarbeitet, dass der Signalarückfluss als logarithmische Anzeige auf der senkrechten Achse als Dämpfung in dB erscheint. Auf der waagerechten Achse wird die durch das OTDR in eine einseitig gerichtete Entfernung umgewandelte Laufzeit mit der Abbildung des Gruppenindex (effektiver Brechungsindex) des zu prüfenden Lichtwellenleiters angezeigt.

Die in Abhängigkeit von der waagerechten Achse gemessene Dämpfungskurve auf der senkrechten Achse ist als Rückstreuungskurve bekannt. Analysen dieser Rückstreuungskurve erbringen viele Informationen über die zu prüfende Kabelanlage, dazu gehören:

- die Gesamtdämpfung der zu prüfenden Installations- oder Übertragungsstrecke;
- die gesamte optische Rückstreuungsdämpfung der zu prüfenden Installations- oder Übertragungsstrecke, siehe IEC 61300-3-6;
- die Länge (und Laufzeit) der zu prüfenden Installations- oder Übertragungsstrecke;
- der Dämpfungskoeffizient der Faser der zu prüfenden Kabelanlage;
- die Dämpfung der Verbindungen (Spleiße und Steckverbinderpaare);
- die Rückstreuungsdämpfung (Reflexionsgrad) von reflektierenden Merkmalen, wie Steckverbinderpaare und mechanische Spleiße;
- die Abstandsangaben zwischen den Ereignissen auf der Messkurve.

Eine zufriedenstellende und umfassende Kennzeichnung der zu prüfenden Kabelanlage hängt jedoch noch von anderen Faktoren ab, dazu gehören:

- die optische Leistung des verwendeten OTDR;
- die richtige Einstellung der Messparameter des OTDR;
- der ordnungsgemäße Messaufbau einschließlich der geeigneten Länge der Vorlauf- und der Nachlauf- faser;
- bewährte Verfahrensweisen bei der Messung – Sauberkeit der Steckverbinder usw.;
- bidirektionale Prüfung (siehe [G.6](#)).

## G.2 Grundlegende Parameter, die die Betriebsfähigkeit eines OTDR festlegen

### G.2.1 Dynamikbereich

Fähigkeit eines OTDR, große Dämpfungswerte der Kabelanlage anzuzeigen. Der Dynamikbereich ist die Differenz zwischen dem größten Rückstreupegel nahe 0 Meter und dem Grundrauschen. Der Dynamikbereich steigt mit wachsender Laserimpulsbreite an und wenn der Rauschpegel durch Mittelwertbildung sinkt.

Für die formale Definition des Dynamikbereichs siehe IEC 61746.

### G.2.2 Impulsbreite

Die Impulsbreite und die Spitzenleistung des Lasers definieren den in die Faser eingekoppelten Energiepegel. Damit wird die Größe des rückreflektierten Signals bestimmt. Wenn die Impulsbreite steigt, wächst der Dynamikbereich, es wachsen jedoch auch die Totzonen.

### G.2.3 Mittelungszeit

Die Mittelungszeit definiert die Dauer der Summierung und Mittelwertbildung einer großen Anzahl von aufgenommenen Daten. Die beste Charakterisierung des Signals ergibt sich bei der längsten Mittelungszeit. Der größte Nutzen der Mittelungszeit tritt während der ersten 30 s der Mittelwertbildung ein. Im Allgemeinen ergibt sich bei der Verdoppelung der Anzahl der Mittelwerte eine Vergrößerung des Dynamikbereiches von 0,75 dB.

### G.2.4 Totzone

Es gibt unterschiedliche Größenordnungen der Abstände zwischen dem sehr kleinen empfangenen Signalpegel des in die Faser rückgestreuten Lichts und dem verhältnismäßig großen Signalpegel der von den Schnittstellen an den Verbindungen verursachten Fresnel-Reflexionen. Es nimmt eine begrenzte Zeit in Anspruch, bis der Empfänger des OTDR nach der Fresnel-Reflexion bereit ist, den Pegel des rückgestreuten Lichts erneut zu messen. In dieser Zeitspanne ist das OTDR nicht in der Lage, irgendeine Abweichung im rückgestreuten Signalpegel (wie etwa Verluste an Spleißen) zu erkennen, und somit bezieht sich die „Totzone“ auf den Abschnitt der Faser, der auf ein Reflexionsereignis folgt.

Die Länge dieser Totzone ist von der Reaktionszeit des Empfängers, von der Größenordnung der Fresnel-Reflexion und deren Dauer abhängig, die sich aus der Impulsbreite ergibt.

Für Mehrmodenanwendungen ist die Dämpfungs-Totzone die wichtigste. Dies ist der Abstand nach einem Reflexionsereignis, nach dem der Rückstreupegel linear wird und die Dämpfungsmessungen ausgeführt werden können. Für die vollständige Definition der Dämpfungs-Totzone siehe IEC 61746.

## G.3 Weitere Parameter

### G.3.1 Brechungsindex

Der Brechungsindex wird zur Einstellung der Empfindlichkeit auf der waagerechten Achse verwendet. Dies ermöglicht die Berechnung des Dämpfungskoeffizienten und der Fehlerstellen.

Während die Länge des Lichtwellenleiters bekannt ist, kennt man den Brechungsindex im Allgemeinen nicht. In diesem Fall kann der effektive Brechungsindex ermittelt werden.

Wenn der Brechungsindex bekannt ist, muss dieser Wert angewendet werden, ansonsten müssen die Werte aus [Tabelle G.1](#) benutzt werden.

**Tabelle G.1 – Vorgabewerte für den effektiven Gruppenbrechungsindex**

Mittenwellenlänge	850 nm	1 300 nm
Mehrmodenfaser (50/125 µm)	1,483 5	1,478 5
Mehrmodenfaser (62,5/125 µm)	1,496 0	1,491 0

### G.3.2 Messbereich

Der Messbereich bzw. die Messspanne des OTDR umfasst die Wegstrecke auf Zeitbasis. Es muss ein größerer Messbereich als der für die Länge des zu prüfenden Lichtwellenleiters entsprechende eingestellt werden. Bei Messungen eines Systems mit stark reflektierenden Steckverbindern ist zu beachten, dass es bei einigen OTDRs von Vorteil ist, den Messbereich auf mehr als das Doppelte des zu prüfenden Systems einzustellen, um den Einfluss von Geisterbildern zu verringern.

### G.3.3 Abtastung der Messstrecke

Die abgetastete Messstrecke (oder Abtastauflösung) ist die Strecke zwischen zwei Punkten auf der waagerechten Achse. Dieser Abstand kann an den Messbereich gekoppelt werden (z. B. ein konstanter Wert für die Anzahl der Messpunkte).

Wenn die Abtastauflösung einstellbar ist, sollte sie so gering eingestellt werden, dass alle Merkmale der Übertragungsstrecke vollständig erfasst werden. Auf jeden Fall sollte sie zehnmal niedriger als die Impulsbreite sein. Zu beachten ist, dass die Größe der generierten Datei proportional zum Messbereich sein wird, dividiert durch die Abtastauflösung.

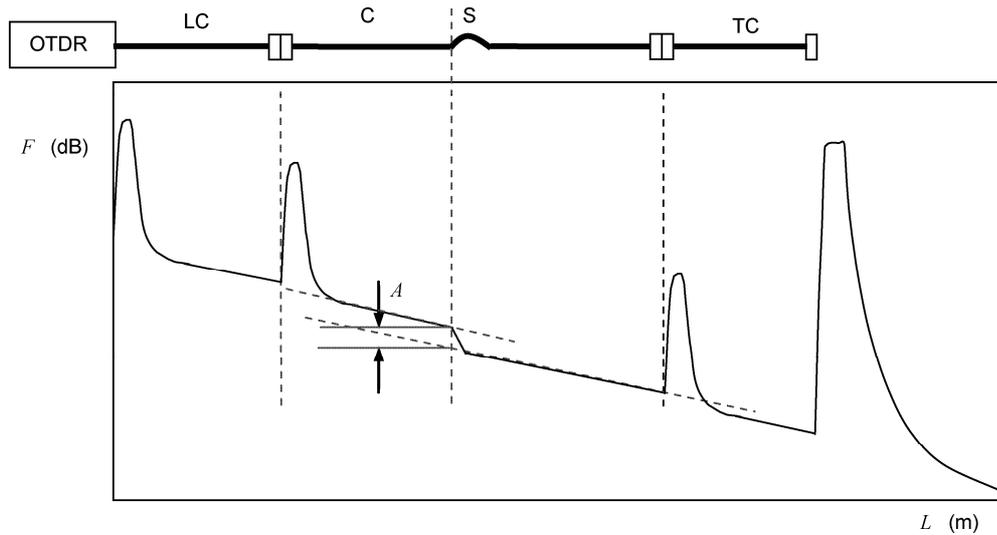
## G.4 Weitere Messkonfigurationen

### G.4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt enthält bestimmte Messkonfigurationen, die nicht in [Anhang D](#) aufgeführt sind.

### G.4.2 Messung von Makrobiegeverlusten

[Bild G.1](#) zeigt die genaue Messkurve der Dämpfung einer Makrobiegung in einer Kabelanlage. Die Dämpfung einer Makrobiegung wird mit Hilfe der linearen Regressionen an beiden Seiten der Makrobiegung gemessen. Die Dämpfung wird mit der waagerechten Achse durch den Unterschied der angezeigten Leistungspegel der zwei linearen Regressionen an dem Abschnitt mit der Stelle der Biegung sichtbar. Es ist zu beachten, dass die Biegestelle sich vor der Änderung der Krümmung der Messkurve befindet.



**Legende**

OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	$F$	reflektierter Leistungspegel
LC	Vorlaufaser	$L$	Entfernung vom OTDR-Ausgang
C	zu prüfende Kabelanlage	$A$	Spleißdämpfung
TC	Prüfkabel		

**Bild G.1 – Messung der Dämpfung von Spleiß und Makrobiegung**

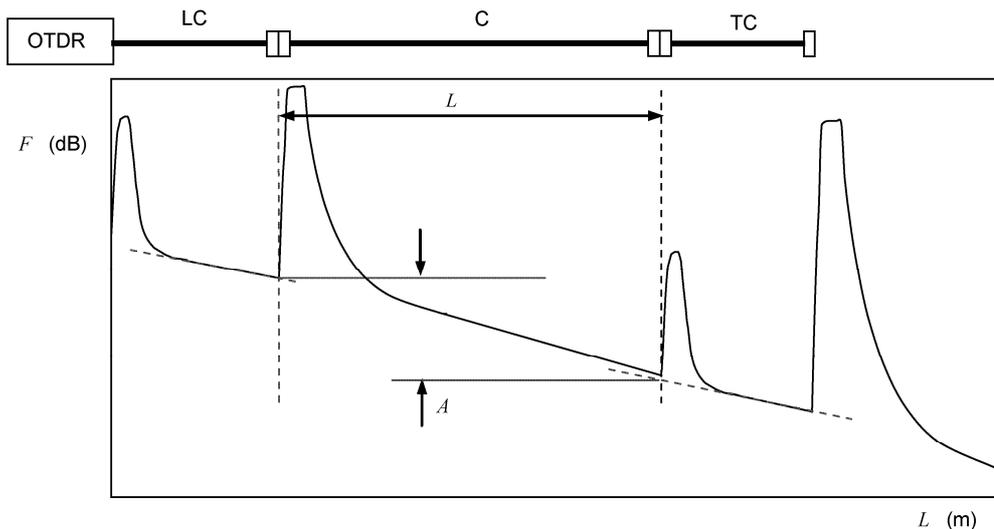
**G.4.3 Messung der Spleißdämpfung**

Es wird dasselbe Verfahren wie zuvor für eine Makrobiegung in einer Kabelanlage angewandt.

**G.4.4 Messung an stark reflektierenden Steckverbindern oder kurzen Lichtwellenleiterfasern**

Bild G.2 zeigt die Messung einer Kabelanlage mit stark reflektierenden Steckverbindern. Die starke Reflexion an der Vorlaufaser verursacht eine Impulsbegrenzung und Schattenbildung. Aufgrund der Schatten ist es schwierig, den Dämpfungskoeffizienten zu messen.

Dies verdeutlicht, wie wichtig es ist, sich an das Messverfahren zu halten, an dem kein Schattenbild beteiligt ist.



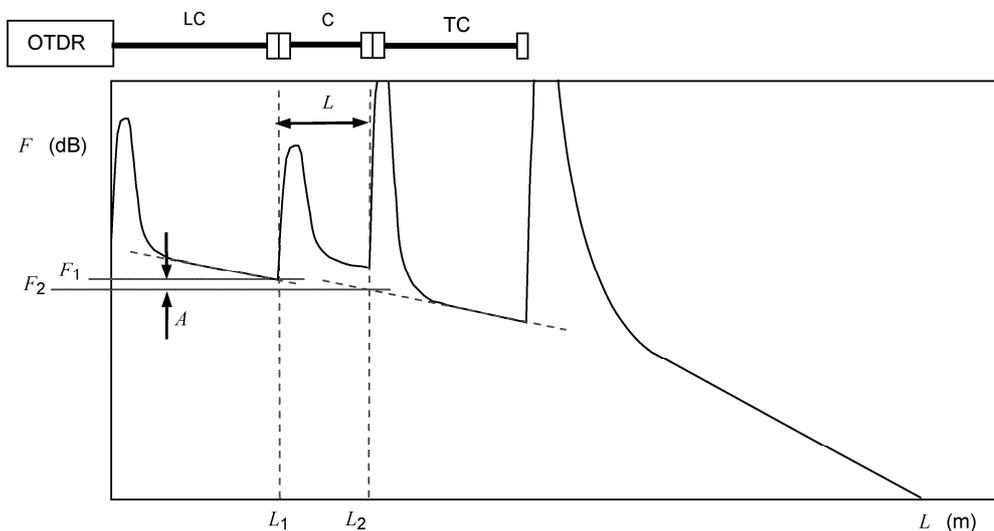
**Legende**

OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	$F$	reflektierter Leistungspegel
LC	Vorlaufasser	$L$	Länge der zu prüfenden Kabelanlage
C	zu prüfende Kabelanlage	$A$	Dämpfung
TC	Prüfkabel		

**Bild G.2 – Dämpfungsmessung mit stark reflektierenden Steckverbindern**

Bild G.3 zeigt die Messung einer Kabelanlage mit kurzen Lichtwellenleiterfasern. Die Übertragungsstrecke ist kürzer als die Dämpfungstotzone. Während eine Messung insgesamt weiterhin durchgeführt werden kann, sind gesonderte Messungen von Verkabelung und Steckverbinder nicht verfügbar (siehe D.3.4).

Dies verdeutlicht noch einmal, wie wichtig es ist, sich an das Messverfahren zu halten, an dem kein Schattenbild beteiligt ist.



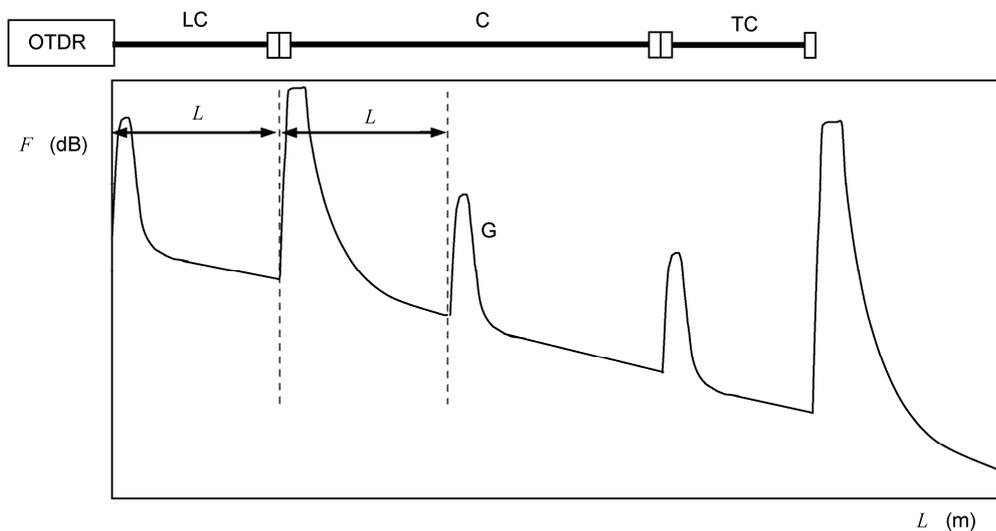
**Legende**

OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	$F$	reflektierter Leistungspegel
LC	Vorlaufasser	$L$	Länge der zu prüfenden Kabelanlage
C	zu prüfende Kabelanlage	$A$	Dämpfung
TC	Prüfkabel		

**Bild G.3 – Dämpfungsmessung einer kurzen Lichtwellenleiterfaser**

#### G.4.5 Geisterbilder

Bild G.4 zeigt die Messung einer Kabelanlage mit einem sehr stark reflektierenden Steckverbinder und dem sich daraus ergebenden Geisterbild. Die Software des OTDR ist in der Lage Geisterbilder genau zu erkennen, wenn nicht, kann das Geisterbild erkannt werden, wenn der Abstand zwischen zwei Ereignissen auf der Faser verdoppelt wird.



#### Legende

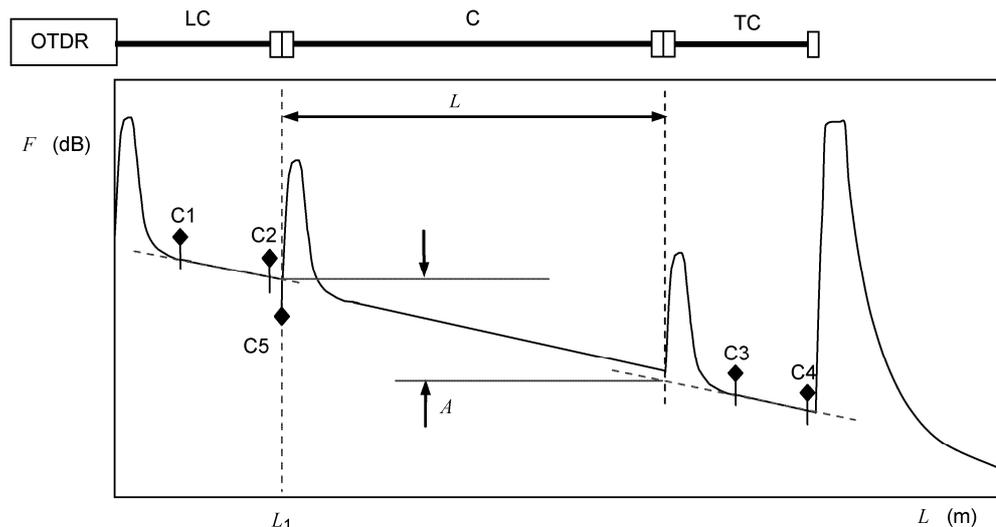
OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	$F$	reflektierter Leistungspegel
LC	Vorlauffaser	$L$	Länge der (duplizierten) Vorlauffaser
C	zu prüfende Kabelanlage	$G$	Reflexion eines Geisterbildes
TC	Prüfkabel		

**Bild G.4 – OTDR-Messkurve mit Geisterbild**

#### G.5 Weitere Informationen über das Messverfahren

Das in Anhang D festgelegte Verfahren wird auch Fünfpunktmessung genannt. Das ist darauf zurückzuführen, dass die vollständige Messung an fünf Positionsmarken durchzuführen ist.

Bild G.5 zeigt die Positionsmarken an der Rückstreumesskurve. C1 und C2 begrenzen den Bereich der linearen Regression der Vorlauffaser. C3 und C4 begrenzen den Bereich der linearen Regression des Nachlaufprüfkabels. C5 wird für L1 benötigt.



**Legende**

OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer	C1, C2, C3, C4	Positionsmarken zur Kennzeichnung der linearen Regression
LC	Vorlauf-faser	L	Länge der zu prüfenden Kabelanlage
C	zu prüfende Kabelanlage	A	Dämpfung
TC	Prüfkabel	L <sub>1</sub>	Abstand zur zu prüfenden Kabelanlage

**Bild G.5 – Positionsmarkenordnung**

Es muss gewährleistet sein, dass das OTDR für die Anwendung einer linearen Regression zwischen den Positionsmarken konfiguriert ist. Diese Konfiguration wird auch als Methode der kleinsten quadratischen Abweichungen (en: least squard approximation, LSA) genannt.

ANMERKUNG Alternativ werden für die Einstellung der linearen Regression (LSA) im Allgemeinen zwei Punkte benannt. Diese Konfiguration führt grundsätzlich zu erheblichen Fehlern, da die Berechnung des Anstiegs aus nur zwei Werten der Rückstremesskurve erfolgt, während die LSA die Folgen des Rauschens und der nichtlinearen Reaktion aufgrund des Einflusses der Totzone schmälert.

**G.6 Bidirektionale Messung**

Für Verkabelungen, die Spleiße oder zusätzliche Steckverbinder enthalten, kann die Messung mit dem OTDR von beiden Enden der zu prüfenden Kabelanlage aus durchgeführt werden. Dies ermöglicht es, Ungenauigkeiten bei der Messung der Dämpfungskomponenten aufgrund von Abweichungen bei den Rückstreukennwerten in der Faser durch Mittelung der von beiden Enden des Systems gemessenen Dämpfungskomponenten auszuschalten.

Bidirektionale Messung ist notwendig, wenn die Kennwerte der Faser der Prüfkabel von denen der zu prüfenden Kabelanlage abweichen. Wenn Vorlauf- und Nachlauf-faser identische Rückstreukennwerte besitzen und nur die Gesamteinfügedämpfung der Übertragungsstrecke zu messen ist, dann ist es ausreichend eine OTDR-Messung in nur eine Richtung durchzuführen. Wenn jedoch Vorlauf- und Nachlauf-faser voneinander unterschiedliche Kennwerte besitzen bzw. eine genaue Messung der Einfügedämpfung der einzelnen Steckverbinderschnittstellen oder anderer Vorgänge gefordert sind, dann ist eine bidirektionale OTDR-Messung notwendig.

Um für die bidirektionale Mittelung eine genaue Messung der ersten und der letzten Verbindung zu erhalten, müssen Vorlauf- und Nachlauf-faser in ihren Ausgangsmesspositionen belassen werden. Damit wird die Vorlauf-faser aus der Messung in die erste Richtung bei der Messung in die entgegengesetzte Richtung zur Nachlauf-faser. Damit wird sichergestellt, dass die Fasern identisch miteinander verbunden sind und die Auswirkungen einer Fehlanpassung des Modenfeldes zwischen den Prüfkabeln und der Kabelanlage ausgemittelt werden können.

Eine einzelne Dämpfung wird als die Hälfte der Summe der von beiden Enden aufgezeichneten Dämpfungen definiert.

$$A = \frac{A_{oe} + A_{eo}}{2} \text{ (dB)} \quad (\text{G.1})$$

Dabei ist  $A_{oe}$  die vom Ursprung in Richtung Endpunkt gemessene Dämpfung und  $A_{eo}$  die in die entgegengesetzte Richtung gemessene Dämpfung.

Weitere Einzelheiten siehe IEC/TR 62316.

ANMERKUNG Einige OTDRs enthalten spezielle Programme für die bidirektionale Messung.

## **G.7 Nicht zu empfehlende Messpraktiken**

### **G.7.1 Messen ohne Nachlauffaser**

Bei fehlender Nachlauffaser wird die Dämpfung des Steckverbinders am Ende der Kabelanlage nicht mit berücksichtigt. Auch wenn die zu prüfenden Verkabelung in Bezug zur Dämpfungstotzone (siehe [G.4.4](#)) kurz ist, ist eine Messung nicht möglich.

Diese Art der Messung ist nur zulässig für die Qualifizierung einer Reparatur einer Kabelanlage, die vor der Beschädigung schon gemessen worden ist (unter der Voraussetzung, dass die Konfigurationen des OTDR und die Kabelanlage die Sichtbarmachung einer Reparatur ermöglichen).

### **G.7.2 Positionsmarkennmessung**

Im Allgemeinen ist es mit einem OTDR einfach, zwei Positionsmarken aufzurufen, welche die Position und den Pegel der Leistung sowie die Dämpfung zwischen den beiden Positionsmarken anzeigen.

Die Anwendung dieser Funktion wird nicht für die Qualifizierung empfohlen, da die LSA-Funktion nicht eingebunden ist und die Positionierung des Messpunktes ungenau sein kann.

Für ein Optimierungsverfahren kann diese Funktion jedoch hilfreich sein.

## Anhang H (informativ)

### Verifizierung der Prüfkabel-Einfügedämpfung

#### H.1 Einleitung

Die Validität der Dämpfungsmessungen der Lichtwellenleiter-Kabelanlage hängt entscheidend von dem Verhalten der bei allen LSPM-Verfahren verwendeten Prüfkabel hinsichtlich der Einfügedämpfung ab. Die Verifizierung der Prüfkabel-Einfügedämpfung sollte vor der formalen Prüfung der Kabelanlage abgeschlossen sein. Die Verifizierung der Kabel sollte zu Beginn jedes Prüfabschnitts neu bestätigt werden, zum Beispiel täglich oder nach einer bestimmten Anzahl von Steckvorgängen, die sich nach den Haltbarkeitsvorgaben der Spezifikation für das Ineinanderstecken richtet, üblicherweise in Hunderten von Steckzyklen festgelegt.

Die Verifizierung der Prüfkabel-Einfügedämpfung umfasst die Dämpfungsmessung der Prüfkabel und eventuell durchzuführende Schritte, um vor der Messung der Lichtwellenleiter-Kabelanlage eine akzeptabel geringfügige Einfügedämpfung zu erhalten. Die höchstzulässige Dämpfung kann verschiedentlich festgelegt werden, über die Prüfanforderungen des Anwenders, durch die vom Hersteller geforderten Spezifikationen für die Prüfkabel oder durch die Standards der Kabelanlage. Es ist nicht empfehlenswert, Abnahmekriterien bis zur Höhe des durch den Standard der Kabelanlage zugelassenen Mindestleistungspegels (d. h. die höchstzulässige Verbindungsdämpfung) für Prüfkabel aufzustellen, da dieser Wert, üblicherweise bis zu 0,75 dB, direkt zur Unsicherheit der Dämpfungsmessung der Kabelanlage beiträgt.

Die Vorlauffaser beeinflusst die Einkopplungsbedingungen. In der empfohlenen Reihenfolge für die Verifizierung wird als erstes eine Vorlauffaser ausgewählt, an dem vorher die Übereinstimmung mit den geforderten Einkopplungsbedingungen, einschließlich aller modenconditionierenden Elemente, nachgewiesen wurde und von dem erwartet wird, für die Prüfungen der installierten Kabelanlage zusammen mit der vorgesehenen speziellen Lichtquelle in einwandfreiem Zustand zu sein. Sollten schlechte Dämpfungswerte der Vorlauffaser dessen Austausch notwendig machen, muss für das Austauschkabel mit Hilfe der Verfahren in [Anhang F](#) zuerst die geforderte (wenn vorhanden) Konditionierung der Einkopplung vorgenommen werden, bevor nach diesem Anhang die Verifizierung des Einkopplungsdämpfungsverhaltens erfolgt.

#### H.2 Prüfaufbau

Es sind eine Lichtquelle, ein Leistungsmessgerät und die Prüfkabel erforderlich, wie im Haupttext festgelegt. Die Vorlauffasern sollten alle geforderten modenconditionierenden Elemente enthalten, um die Einhaltung der Einkopplungsbedingungen zu gewährleisten.

Es ist ein Leistungsmessgerät erforderlich, das einen passenden Anschluss für die Stecker der Prüfkabel hat, d. h., es besitzt eine Buchse oder einen Adapter derselben Ausführung wie die der zu prüfenden installierten Kabelanlage. Dies kann auf zwei Arten erreicht werden:

- 1) durch Verwendung einer kompatiblen Buchse am Leistungsmessgerät oder
- 2) durch Anschließen eines kurzen (< 2 m), Adapterkabels ohne Biegestellen unter 30 mm und einem zur Kabelanlage kompatiblen Adapter an einem Ende sowie einem zur Buchse des Leistungsmessgerätes kompatiblen Stecker am anderen Ende. Die Faser im Adapterkabel hat einen größeren Kerndurchmesser und eine höhere numerische Apertur als die der zu prüfenden Kabel, so dass das Licht fast vollständig von den zu prüfenden Kabeln aufgenommen werden kann. Wenn das bei der Verifizierung verwendete Prüfkabel einen Fasertyp A1a 50/125 µm enthält, kann ein Adapterkabel mit Fasern vom Typ A1b 62,5/125 µm oder A1d 100/140 µm verwendet werden; bei einem bei der Verifizierung verwendete Prüfkabel, das einen Fasertyp A1b 62,6/125 µm enthält, kann ein Adapterkabel mit einer Faser vom A1d 100/140 µm verwendet werden.

## H.3 Durchführung

### H.3.1 Allgemeines

Die Durchführung der Verifizierung hängt von der Anzahl der Kabel und dem beim Prüfverfahren verwendeten Kabeltyp ab. Es ist ein Leistungsmessgerät mit kompatibler Buchse dargestellt. Die Anpassung mit einem Adapterkabel wird nicht gezeigt.

Die Darstellung der Durchführungen erfolgt in der folgenden Ablauffolge:

- Messung mit einem oder mit zwei Kabeln
  - für die Schnittstellen der Prüfkabel werden nach H.3.1 solche verwendet, die keine Führungsstifte besitzen oder Stecker-Buchsen-Typen sind, wie LC, SC oder andere Stecker/Kupplung/Stecker-Typen;
  - für die Schnittstellen der Prüfkabel werden nach H.3.2 solche verwendet, die Führungsstifte, wie MT-RJ oder wie der SG vom Typ Stecker/Buchse sind.
- Messung mit drei Kabeln
  - für die Schnittstellen der Prüfkabel werden nach H.3.3 solche verwendet, die keine Führungsstifte besitzen oder Stecker-Buchse-Typen sind, wie LC, SC oder andere Typen mit Stecker/Kupplung/Stecker;
  - für die Schnittstellen der Prüfkabel werden nach H.3.4 solche verwendet, die gestiftet/ungestiftet, wie MT-RJ oder wie der SG vom Typ Stecker/Buchse sind.

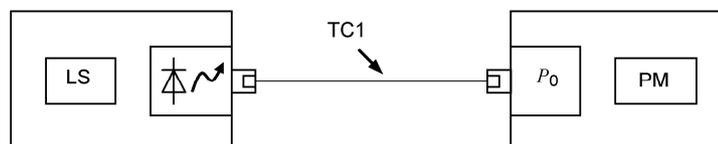
Die meisten Verfahren enthalten wahlfreie Abfolgen, die dafür ausgelegt sind, die Kabel bidirektional zu prüfen. Ungeachtet dessen, ob diese Schritte wahlfrei durchgeführt werden, wird eine Kennzeichnung der Kabel empfohlen, so dass deren Ausrichtung und Anordnung in der Prüfkabelabfolge erkannt werden kann.

Bei den Berechnungsformen für die Dämpfung wird davon ausgegangen, dass die Einheiten der Leistungsmessungen wie Mikrowatt ( $\mu\text{W}$ ) oder Milliwatt (mW), die völlig linear sind, für den Logarithmus in Dezibel umgewandelt werden müssen. Wenn die Leistungen in Einheiten gemessen werden, die im Verhältnis zur logarithmischen Einheit stehen, wie z. B. Dezibel bezogen auf ein Milliwatt (dBm), dann wird die Dämpfung ermittelt, indem der abgelesene Wert vom Referenzwert abgezogen wird. Ist der Referenzwert zum Beispiel -12 dBm und der abgelesene Wert beträgt -12,5 dBm, dann ergibt sich für die Dämpfung:

$$(-12 \text{ dBm}) - (-12,5 \text{ dBm}) = 0,5 \text{ dB.}$$

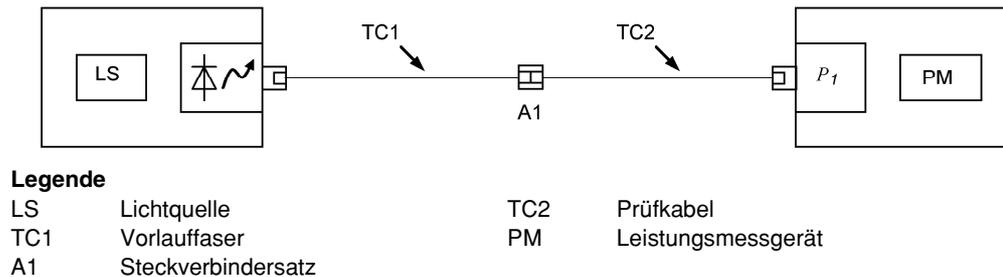
Bei jedem Verfahren, bei dem eine Störung in der Verbindung zwischen Vorlauffaser TC1 und der Lichtquelle auftritt, z. B. durch Trennung oder mechanische Beanspruchung, muss ein neuer Referenzwert für den Leistungspegel bezogen werden, weil der von der Lichtquelle eingekoppelte Leistungspegel auf diese Störung üblicherweise empfindlich reagiert.

### H.3.2 Verifizierung der Prüfkabel für die Referenzmessungen mit einem und mit zwei Prüfkabeln, bei Verwendung von Steckverbindern, die keine Führungsstifte besitzen oder vom Typ Stecker-Buchsen-Typen sind



- Legende**
- LS Lichtquelle
  - TC1 Vorlauffaser
  - PM Leistungsmessgerät

**Bild H.1 – Ermittlung des Referenzleistungspegels  $P_0$**



**Bild H.2 – Ermittlung des Leistungspegels  $P_1$**

- 1) Die Messung der Referenzleistung  $P_0$  erfolgt mit der Vorlauffaser TC1, wie in Bild H.1 dargestellt.
- 2) Adapter A1 und das Empfangskabel TC2 werden zwischen TC1 und Leistungsmessgerät eingefügt, wie in Bild H.2 dargestellt, und  $P_1$  wird aufgezeichnet.
- 3) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_1)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind die Stecker und Adapter A1 zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2 und A1 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.

Die Durchführung der Schritte 4), 5) und 6) wird empfohlen, ist aber freigestellt. Erfolgen die Schritte 4), 5) und 6) nicht, dürfen die Kabel nur in der Richtung zur Anwendung kommen in der sie geprüft wurden. Das heißt, die Durchführung der Schritte 4) und 5) erlaubt die Anwendung von TC2 in beiden Richtungen, und die Durchführung von Schritt 6) erlaubt die Anwendung von TC1 in beiden Richtungen.

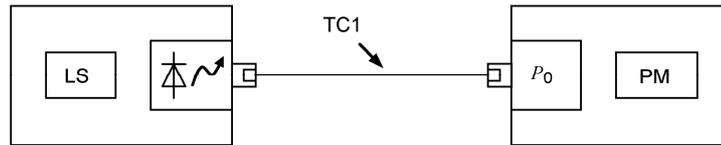
- 4) TC2 wird vom Leistungsmessgerät und dem Adapter getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und ein zweiter Leistungspegel  $P_2$  wird aufgezeichnet.
- 5) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_2)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind die Stecker und Adapter A1 zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2 und A1 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.
- 6) Befindet sich an beiden Enden von TC1 der gleiche Steckertyp, wird TC1 von der Lichtquelle und dem Adapter getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und die Schritte 1) bis 5) werden wiederholt, und eine neue Messung der Referenzleistung  $P_3$  sowie der Leistungspegel  $P_4$  und  $P_5$  wird wie zuvor vorgenommen.

### H.3.3 Verifizierung der Prüfkabel für die Referenzmessungen mit einem und mit zwei Prüfkabeln, bei Verwendung von Steckverbindern, die Führungsstifte besitzen, oder für Stecker-Buchsen-Typen

Dieses Verfahren wird in zwei Teile, für kompatible und für nicht kompatible Schnittstellen, aufgegliedert. Das Verfahren in H.3.2.1 gilt für die Fälle, bei denen TC1 und TC2 gegenseitig mit kompatiblen Schnittstellen versehen sind, wenn ein Stecker zum Beispiel Führungsstifte besitzt und der andere nicht oder wenn ein Stecker und eine Buchse vorhanden sind. Das Verfahren in H.3.2.2 gilt für die Fälle, bei denen TC1 und TC2 gegenseitig nicht mit kompatiblen Schnittstellen versehen sind, wenn zum Beispiel beide Stecker Führungsstifte besitzen oder beide nicht oder beide mit Stecker oder Buchse versehen sind.

#### H.3.3.1 Kompatible Schnittstellen

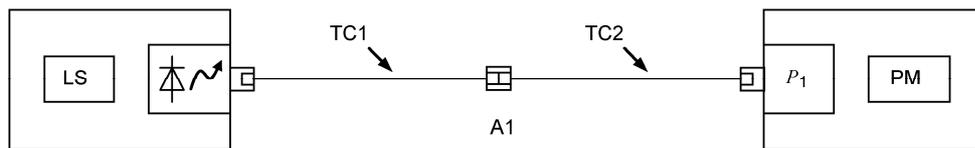
Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem in H.3.1, da die Kabel wegen ihrer Stifte bzw. der Anordnung von Stecker und Buchse als für bidirektionale Messungen geeignet angesehen werden. Für die Fälle, in denen diese Annahme nicht gilt, werden die Verfahren in H.3.1 empfohlen, so dass die bidirektionale Verifizierung der Prüfkabel durchgeführt werden kann. Sollte eine bidirektionale Verifizierung möglich sein, sind Leistungsmessgeräte einzusetzen, an die sowohl Stecker mit Führungsstiften als auch ohne angeschlossen werden können.



**Legende**

LS Lichtquelle  
TC1 Vorlauffaser  
PM Leistungsmessgerät

**Bild H.3 – Ermittlung des Referenzleistungspegels  $P_0$**



**Legende**

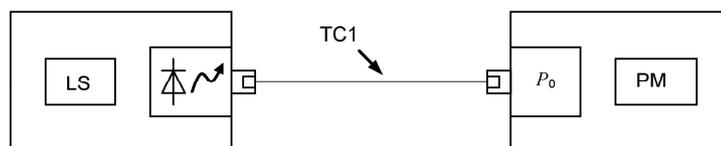
LS Lichtquelle  
TC1 Vorlauffaser  
A1 Steckverbindersatz  
TC2 Prüfkabel  
PM Leistungsmessgerät

**Bild H.4 – Ermittlung des Leistungspegels  $P_1$**

- 1) Die Messung der Referenzleistung  $P_0$  erfolgt mit der Vorlauffaser TC1, wie in Bild H.3 dargestellt.
- 2) Adapter A1 und das Empfangskabel TC2 werden zwischen TC1 und Leistungsmessgerät eingefügt, wie in Bild H.4 dargestellt, und  $P_1$  wird aufgezeichnet. Eine Buchse für Verbindungen mit Stecker/Buchse ersetzt Adapter A1.
- 3) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_1)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind die Stecker und Kupplung A1 (oder Buchse) zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2 und A1 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.

**H.3.3.2 Nicht kompatible Schnittstellen**

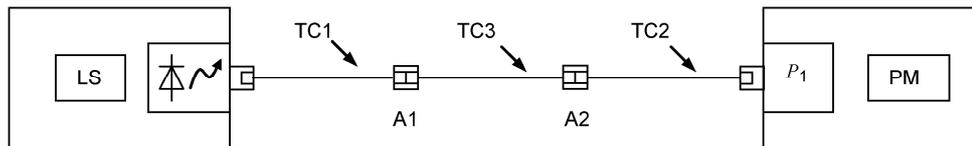
Bestimmte Konfigurationen von Verbindungen mit Steckverbindern mit Führungsstiften oder ohne oder Stecker-Buchse-Typen erfordern ein drittes Kabel, das eine kompatible Schnittstelle zwischen den zu prüfenden Kabeln bereitstellt. Die Einfügedämpfung dieser Kombination aus drei Kabeln muss so niedrig sein, dass die Gesamtdämpfung die Abnahmekriterien erfüllt, die für Dämpfung einer einzelnen Schnittstelle gelten. Die Anordnungen, die das Verwenden eines dritten Kabels notwendig machen, betreffen die Konfigurationen, bei denen sich an beiden, TC1 und TC2, Steckverbinder mit Führungsstiften oder ohne befinden bzw. sich beide Stecker oder Buchsen in einer Stecker/Buchsen-Anordnung befinden.



**Legende**

LS Lichtquelle  
TC1 Vorlauffaser  
PM Leistungsmessgerät

**Bild H.5 – Ermittlung des Referenzleistungspegels  $P_0$**



**Legende**

LS	Lichtquelle	TC3	Prüfkabel
TC1	Vorlauffaser	TC2	Empfangskabel
A1	Steckverbindersatz	PM	Leistungsmessgerät
A2	Steckverbindersatz		

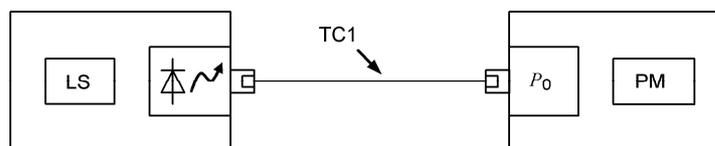
**Bild H.6 – Ermittlung des Leistungspegels**

- 1) Die Messung der Referenzleistung  $P_0$  erfolgt mit der Vorlauffaser TC1, wie in Bild H.5 dargestellt.
- 2) Die Adapter A1 und A2, Kabel TC3 und das Empfangskabel TC2 werden zwischen TC1 und Leistungsmessgerät eingefügt, wie in Bild H.6 dargestellt, und  $P_1$  wird aufgezeichnet. Bei Stecker/Buchsen-Bauform werden die Kupplungen an den Enden von TC3 durch Buchsen ersetzt.
- 3) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_1)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind Stecker und Kupplung zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2, TC3 und A1 bzw. A2 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.

Die Durchführung der Schritte 4), 5) und 6) wird empfohlen, ist aber freigestellt. Erfolgen die Schritte 4), 5) und 6) nicht, dürfen die Kabel nur in der Richtung zur Anwendung kommen in der sie geprüft wurden. Das heißt, die Durchführung der Schritte 4) und 5) erlaubt die Anwendung von TC2 in beiden Richtungen, und die Durchführung von Schritt 6) erlaubt die Anwendung von TC1 in beiden Richtungen.

- 4) Wenn die Konfiguration es zulässt, wird TC2 vom Leistungsmessgerät und dem Adapter getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und ein zweiter Leistungspegel  $P_2$  wird aufgezeichnet.
- 5) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_2)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind Stecker und Kupplung zu reinigen oder wenn notwendig TC2, TC3 und A2 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.
- 6) Befindet sich an beiden Enden von TC1 der gleiche Steckertyp, wird TC1 von der Lichtquelle und dem Adapter getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und die Schritte 1) bis 3) werden wiederholt.

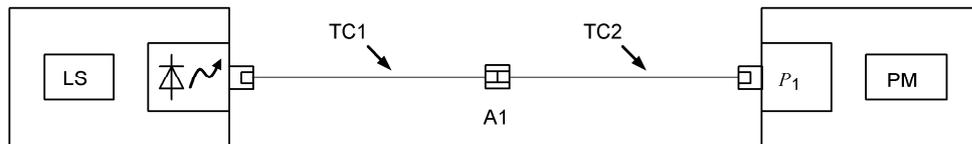
**H.3.4 Verifizierung der Prüfkabel für die Referenzmessung mit drei Prüfkabeln, bei Verwendung von Steckverbindern, die keine Führungsstifte besitzen, oder für Stecker-Buchse-Typen**



**Legende**

LS	Lichtquelle
TC1	Vorlauffaser
PM	Leistungsmessgerät

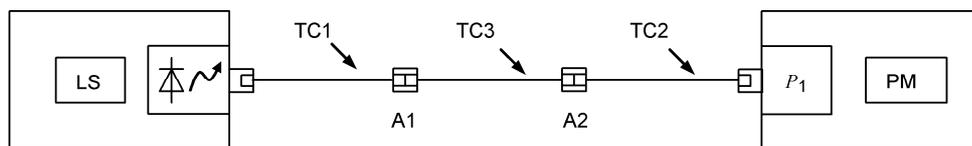
**Bild H.7 – Ermittlung des Referenzleistungspegels  $P_0$**



**Legende**

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Vorlauffaser	PM	Leistungsmessgerät
A1	Steckverbindersatz		

**Bild H.8 – Ermittlung des Leistungspegels  $P_1$**



**Legende**

LS	Lichtquelle	TC3	Prüfkabel
TC1	Vorlauffaser	TC2	Empfangskabel
A1	Steckverbindersatz	PM	Leistungsmessgerät
A2	Steckverbindersatz		

**Bild H.9 – Ermittlung des Leistungspegels  $P_5$**

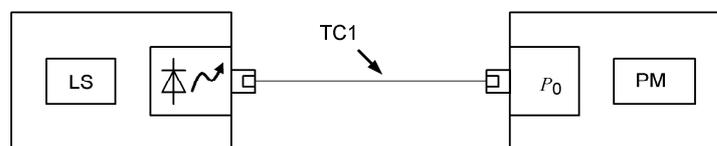
- 1) Die Messung der Referenzleistung  $P_0$  erfolgt mit der Vorlauffaser TC1, wie in Bild H.7 dargestellt.
- 2) Adapter A1 und das Empfangskabel TC2 werden zwischen TC1 und Leistungsmessgerät eingefügt, wie in Bild H.8 dargestellt, und  $P_1$  wird aufgezeichnet.
- 3) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_1)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind Stecker und Kupplung A1 zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2, und A1 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.

Die Durchführung der Schritte 4), 5) und 6) wird empfohlen, ist aber freigestellt. Erfolgen die Schritte 4), 5) und 6) nicht, dürfen die Kabel nur in der Richtung zur Anwendung kommen, in der sie geprüft wurden. Das heißt, die Durchführung der Schritte 4) und 5) erlaubt die Anwendung von TC2 in beiden Richtungen, und die Durchführung von Schritt 6) erlaubt die Anwendung von TC1 in beiden Richtungen. Wenn die Schritte 4), 5) und 6) übersprungen werden, wird  $P_1$  der Referenzleistungspegel  $P_{ref}$  in Schritt 8).

- 4) TC2 wird vom Leistungsmessgerät und der Kupplung getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und ein zweiter Leistungspegel  $P_2$  wird aufgezeichnet.
- 5) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_2)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind Stecker und Kupplung A1 zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2 und A1 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen. Wird Schritt 6) nicht durchgeführt, wird  $P_2$  der neue Referenzleistungspegel  $P_{ref}$  in Schritt 8).
- 6) Befindet sich an beiden Enden von TC1 der gleiche Steckertyp, wird TC1 von der Lichtquelle und dem Adapter getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und die Schritte 1) bis 5) werden wiederholt, und eine neue Messung der Referenzleistung  $P_3$  sowie der Leistungspegel  $P_4$  und  $P_5$  wird wie zuvor vorgenommen und danach Schritt 7) durchgeführt.  $P_5$  wird der neue Referenzleistungspegel  $P_{ref}$  in Schritt 8).

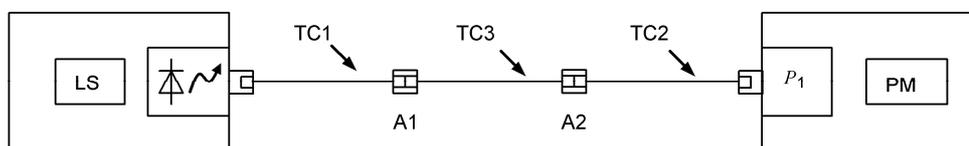
- 7) Das Austauschkabel TC3 und die Kupplung A2 werden zwischen A1 und TC2 eingefügt, wie in Bild H.9 dargestellt, und Leistungspegel  $P_6$  wird aufgezeichnet.
- 8) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_{\text{ref}}/P_6)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind Stecker und Kupplung zu reinigen oder wenn notwendig TC3, und A2 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.
- 9) TC3 wird von der Kupplung getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und der Leistungspegel  $P_7$  wird aufgezeichnet.
- 10) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_{\text{ref}}/P_7)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind Stecker und Kupplung zu reinigen oder wenn notwendig TC3 und die Adapter auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.

### H.3.5 Verifizierung der Prüfkabel für die Referenzmessung mit drei Prüfkabeln bei Verwendung von Steckverbindern, die Führungsstifte besitzen, oder von Stecker-Buchsen-Typen



- Legende**
- LS Lichtquelle
  - TC1 Vorlauffaser
  - PM Leistungsmessgerät

**Bild H.10 – Ermittlung des Referenzleistungspegels  $P_0$**



- Legende**
- LS Lichtquelle
  - TC1 Vorlauffaser
  - A1 Steckverbindersatz
  - A2 Steckverbindersatz
  - TC3 Prüfkabel
  - TC2 Empfangskabel
  - PM Leistungsmessgerät

**Bild H.11 – Ermittlung des Leistungspegels  $P_1$**

- 1) Die Messung der Referenzleistung  $P_0$  erfolgt mit der Vorlauffaser TC1, wie in Bild H.10 dargestellt.
- 2) Die Kupplungen A1, A2, das Austauschkabel TC3 und das Empfangskabel TC2 werden zwischen TC1 und Leistungsmessgerät eingefügt, wie in Bild H.11 dargestellt, und  $P_1$  wird aufgezeichnet. Bei Stecker/Buchsen-Bauform werden die Kupplungen durch Buchsen ersetzt.
- 3) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_1)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind die Stecker und Kupplungen zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2, TC3 und die Kupplungen auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.
- 4) Befindet sich an beiden Enden von TC3 der gleiche Steckertyp, wird TC3 abgetrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und der Leistungspegel  $P_2$  wird aufgezeichnet. Befindet sich an beiden Enden nicht der gleiche Steckertyp, wird Schritt 5) übersprungen.

- 5) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_2)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind die Stecker und Kupplungen zu reinigen oder wenn notwendig TC1, TC2, TC3 und die Kupplungen auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.

ANMERKUNG In diesem Fall liegen die Grenzwerte in den Schritten 3) und 5) üblicherweise beim Zweifachen des annehmbaren Werts für eine einfache Schnittstelle.

Die Durchführung der Schritte 6), 7) und 8) wird empfohlen, ist aber freigestellt. Erfolgen die Schritte 6), 7) und 8) nicht, dürfen die Kabel TC1 und TC2 nur in der Richtung zur Anwendung kommen, in der sie geprüft wurden. Das heißt, die Durchführung der Schritte 6) und 7) erlaubt die Anwendung von TC2 in beiden Richtungen, und die Durchführung von Schritt 8) erlaubt die Anwendung von TC1 in beiden Richtungen.

- 6) Wenn die Konfiguration es zulässt, wird TC2 vom Leistungsmessgerät und der Kupplung getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und der Leistungspegel  $P_3$  wird aufgezeichnet.
- 7) Die Dämpfung wird ermittelt aus  $10 \log(P_0/P_3)$  [dB]. Prüfung, ob sich die Dämpfung innerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet. Wenn nicht, sind die Stecker und Kupplungen zu reinigen oder wenn notwendig TC2, TC3 und A2 auszutauschen, bevor fortgefahren wird. Nach Reinigung oder Austausch wird mit Schritt 1) wieder begonnen.
- 8) Befindet sich an beiden Enden von TC1 der gleiche Steckertyp, wird TC1 von der Lichtquelle und der Kupplung getrennt, in entgegengesetzter Richtung wieder eingesetzt, und die Schritte 1) bis 5) werden wiederholt.

## **Literaturhinweise**

IEC 60793-1-40, *Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*

ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60793-1-40:2003 (modifiziert).

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60793-2:2008 (nicht modifiziert).

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60793-2-10:2007 (nicht modifiziert).

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60793-2-50:2008 (nicht modifiziert).

IEC 61300-3-6, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss*

ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61300-3-6:2009 (nicht modifiziert).

IEC 61930, *Fibre optic graphical symbology*

IEC/TR 61931, *Fibre optics – Terminology*

IEC/TR 62316, *Guidance for the interpretation of OTDR backscattering traces*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

ISO/IEC 14763-3, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling*

ISO/IEC 24702, *Information technology – Generic cabling – Industrial premises*

ISO/IEC 24764, *Information technology – Generic cabling for data centre premises*

## Anhang ZA (normativ)

### Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60825-2	– <sup>1)</sup>	Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)	EN 60825-2	2004 <sup>2)</sup>
IEC 61280-1-3	– <sup>3)</sup>	Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement	EN 61280-1-3	– <sup>3)</sup>
IEC 61280-1-4	– <sup>1)</sup>	Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method	EN 61280-1-4	200X <sup>4)</sup>
IEC/PAS 61300-3-35	– <sup>1)</sup>	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	– <sup>1)</sup>	Calibration of fibre-optic power meters	EN 61315	2006 <sup>2)</sup>
IEC 61745	– <sup>1)</sup>	End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets	–	–
IEC 61746	– <sup>1)</sup>	Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR)	EN 61745	2005 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Undatierte Verweisung.

<sup>2)</sup> Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gültige Ausgabe.

<sup>3)</sup> Im Entwurfsstadium.

<sup>4)</sup> Wird angenommen.