

DIN EN IEC 61280-4-5



ICS 33.180.10

Einsprüche bis 2019-06-12

Entwurf

**Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –
Teil 4-5: Installierte Kabelanlagen –
Dämpfungsmessung an Lichtwellenleiter-Kabelanlagen mit
MPO-Abschlüssen mittels Prüfeinrichtungen mit MPO-Steckgesichtern
(IEC 86C/1564/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch**

Fibre-optic communication subsystem test procedures –
Part 4-5: Installed cabling plant –
Attenuation measurement of MPO terminated fibre optic cabling plant using test
equipment with MPO interfaces
(IEC 86C/1564/CD:2018);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-04-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 140 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86C/1564/CD:2018 „Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-5: Installed cabling plant – Attenuation measurement of MPO terminated fibre optic cabling plant using test equipment with MPO interfaces“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

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

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

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

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

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

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	8
3.1 Begriffe.....	9
3.2 Grafische Symbole.....	11
3.3 Abkürzungen.....	13
4 Messverfahren.....	13
4.1 Allgemein.....	13
4.2 Kabelkonfigurationen und geeignete Prüfverfahren.....	14
5 Überblick über Unsicherheiten.....	15
5.1 Allgemeines.....	15
5.2 Quellen wesentlicher Unsicherheiten.....	15
5.3 Berücksichtigung des PM.....	16
5.4 Berücksichtigung der Klasse des Prüfkabel-Steckverbinders.....	16
5.5 Typische Unsicherheitswerte für die Mehrmodenprüfung.....	16
5.6 Typische Unsicherheitswerte für die Einmodenprüfung.....	18
6 Gerätetechnische Ausrüstung.....	19
6.1 Allgemeines.....	19
6.2 Lichtquelle.....	19
6.2.1 Allgemeines.....	19
6.2.2 Stabilität.....	19
6.2.3 Spektralkennwerte (LSPM-Messung).....	20
6.3 Einkoppelkabel.....	20
6.4 Empfangs- oder Nachlaufkabel.....	21
6.5 Austausch kabel.....	21
6.6 Leistungsmessgerät – nur LSPM-Verfahren.....	22
6.7 OTDR-Prüfeinrichtung.....	22
6.8 Ausrüstung zur Reinigung und Sichtprüfung der Steckverbinder-Stirnflächen.....	23
6.9 Adapter.....	23
7 Durchführung.....	23
7.1 Allgemeines.....	23
7.2 Allgemeine Verfahren.....	24
7.2.1 Behandlung der Prüfkabel.....	24
7.2.2 Durchführung von Referenzmessungen.....	24
7.2.3 Sichtprüfung und Reinigung der Lichtwellenleiterenden in der Verkabelung.....	24
7.2.4 Durchführung der Messungen.....	24
7.2.5 Durchführung der Berechnungen.....	24
7.2.6 Mehrfaser- und bidirektionale Prüfung.....	24

	Seite
7.3 Kalibrierung	24
7.4 Sicherheit.....	25
8 Berechnungen	25
9 Dokumentation	25
9.1 Angaben für jede Prüfung.....	25
9.2 Angaben, die verfügbar zur halten sind.....	25
Anhang A (normativ) Verfahren mit einem Kabel	26
A.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	26
A.2 Gerätetechnische Ausrüstung	26
A.3 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Buchse.....	27
A.4 Durchführung, Buchse-auf Stecker-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Buchse	27
A.5 Durchführung, Stecker-auf-Stecker-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Stecker.....	28
A.6 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Stecker und Stecker/Buchse-Prüfkabel (en: gender-neutral test cord).....	29
A.7 Berechnung	30
A.8 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	30
Anhang B (normativ) Verfahren mit drei Kabeln.....	31
B.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	31
B.2 Gerätetechnische Ausrüstung	31
B.3 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung.....	31
B.4 Durchführung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	32
B.5 Durchführung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung	33
B.6 Durchführung, Kanalprüfung (allgemeines).....	34
B.7 Berechnungen	35
B.8 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	35
Anhang C (normativ) Verfahren mit zwei Kabeln	36
C.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	36
C.2 Gerätetechnische Ausrüstung	36
C.3 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Stecker	36
C.4 Durchführung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Stecker	37
C.5 Durchführung, Stecker-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse	38
C.6 Durchführung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse	39
C.7 Berechnungen	40
C.8 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	40
Anhang D (normativ) Verfahren mit Geräteketten	41
D.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	41
D.2 Gerätetechnische Ausrüstung	41
D.3 Verfahren	41
D.4 Berechnung	42

	Seite
D.5 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung	42
D.6 Typische Unsicherheitswerte	42
Anhang E (normativ) Optisches Zeitbereichsreflektometer	44
E.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens	44
E.2 Gerätetechnische Ausrüstung	44
E.2.1 Allgemeines	44
E.2.2 OTDR	45
E.2.3 Prüfkabel	45
E.3 Durchführung (Prüfverfahren)	45
E.4 Berechnung	46
E.4.1 Allgemeines	46
E.4.2 Lage der Verbindung	46
E.4.3 Festlegung der Leistungspegel F_1 und F_2	47
E.4.4 Alternative Berechnung	48
E.5 OTDR-Unsicherheiten	49
Anhang F (normativ) Anforderungen an die Kennwerte von Mehrmodenquellen	51
Anhang G (informativ) Angaben zur OTDR-Konfiguration	52
G.1 Einleitung	52
G.2 Weitere Messkonfigurationen	52
G.2.1 Allgemeines	52
G.2.2 Messung bei Steckverbindern mit niedriger Rückflusssdämpfung oder geringer Länge der Verkabelung	52
G.2.3 Messung mit APC-Steckverbindern	54
Anhang H (informativ) Verifizierung der Dämpfung von Prüfkabel, Aufteilkabel und Kassette	56
H.1 Einleitung	56
H.2 Gerätetechnische Ausrüstung	56
H.3 Allgemeines Verfahren	56
H.3.1 Verifizierung des Prüfkabels	57
H.3.2 Verifizierung von Kassette und Aufteilkabel	58
H.4 Verifizierung des Prüfkabels vor der Messung der Verkabelung	58
H.4.1 Durchführung, Messung der Buchse-zu-Buchse-Verkabelung	59
H.4.2 Durchführung, Messung der Buchse-zu-Stecker-Verkabelung	60
H.4.3 Durchführung, Messung der Buchse-zu-Buchse-Verkabelung	61
Anhang I (informativ) Zur Benutzung von Prüfkabeln der Klasse B (Einmoden) und mit niedriger Dämpfungsstufe (Mehrmoden)	64
I.1 Allgemeines	64
I.2 Praktische Konfigurationen und Annahmen	64
I.2.1 Spezifikationen der Komponenten	64
I.2.2 Vereinbarungen	65
I.2.3 Bezugsebenen	65

	Seite
I.3 Einfluss der Verwendung von Prüfkabeln der Klasse B (Einmoden) oder mit niedriger Dämpfungsstufe (Mehrmoden) für die empfohlenen LSPM-Verfahren.....	66
I.4 Beispiele für LSPM-Messungen	66
I.4.1 Beispiel 1 (Konfiguration A _{MPO} , Verfahren 1-C – Anhang A).....	66
I.4.2 Beispiel 2 (Konfiguration D _{MPO} , Verfahren EC – Anhang D).....	67
I.5 Auswirkung der Verwendung von Prüfkabeln der Referenzklasse für unterschiedliche Konfigurationen und Anwendung des OTDR-Prüfverfahrens	67
I.5.1 Verkabelungskonfigurationen A _{MPO} , B _{MPO} und C _{MPO}	67
I.5.2 Verkabelungskonfiguration D _{MPO}	68
Literaturhinweise.....	70
Bilder	
Bild 1 – Symbole für Steckverbinder und Geräte	12
Bild 2 – Symbol für die zu prüfende Verkabelung	13
Bild 3 – OTDR-Schaltbild mit externem optischen Schalter	23
Bild A.1 – Referenzmessung, Buchsen an der Verkabelung	27
Bild A.2 – Prüfmessung, Buchsen an der Verkabelung.....	27
Bild A.3 – Referenzmessung, Buchse-auf-Stecker-Verkabelung.....	28
Bild A.4 – Prüfmessung, Buchse-auf-Stecker-Verkabelung	28
Bild A.5 – Referenzmessung, Stecker-auf-Stecker-Verkabelung.....	29
Bild A.6 – Prüfmessung, Stecker-auf-Stecker-Verkabelung.....	29
Bild A.7 – Referenzmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung	30
Bild A.8 – Prüfmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung (Stecker/Buchse-TC1)	30
Bild B.1 – Referenzmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung	32
Bild B.2 – Prüfmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung	32
Bild B.3 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung	33
Bild B.4 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung	33
Bild B.5 – Referenzmessung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung.....	34
Bild B.6 – Prüfmessung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung.....	34
Bild B.7 – Referenzmessung, Kanalprüfung.....	35
Bild B.8 – Prüfmessung, Kanalprüfung.....	35
Bild C.1 – Referenzmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung	37
Bild C.2 – Prüfmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung	37
Bild C.3 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	38
Bild C.4 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	38
Bild C.5 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	39
Bild C.6 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	39
Bild C.7 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	40
Bild C.8 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	40
Bild D.1 – Referenzmessung	42
Bild D.2 – Prüfmessung	42
Bild E.1 – OTDR-Verfahren	46

	Seite
Bild E.2 – Lage der Anschlüsse der zu prüfenden Verkabelung.....	47
Bild E.3 – Graphische Konstruktion von F_1 und F_2	48
Bild E.4 – Graphische Konstruktion von F_1 , F_{11} , F_{12} und F_2	49
Bild G.1 – Dämpfungsmessung mit Steckverbindern mit niedriger Rückflusdämpfung.....	53
Bild G.2 – Dämpfungsmessung einer Verkabelung kurzer Länge.....	54
Bild G.3 – Dämpfungsmessung mit APC-MPO-Verbindungen.....	55
Bild H.1 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_1	57
Bild H.2 – Ermittlung des Leistungspegels P_2	57
Bild H.3 – Ermittlung des Referenzleistungspegels P_1	58
Bild H.4 – Ermittlung des Leistungspegels P_2	58
Bild H.5 – Prüfmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung.....	59
Bild H.6 – Schritt 1, Ermittlung des Referenzleistungspegels P_1	59
Bild H.7 – Schritt 2, Verifizierung der Kabel, Ermittlung des Leistungspegels P_2	60
Bild H.8 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung.....	60
Bild H.9 – Schritt 1, Ermittlung des Referenzleistungspegels P_1	61
Bild H.10 – Schritt 2, Ermittlung des Leistungspegels P_2	61
Bild H.11 – Prüfmessung, Stecker-auf-Stecker-Verkabelung.....	61
Bild H.12 – Schritt 1, Ermittlung des Referenzleistungspegels P_1	62
Bild H.13 – Schritt 2, Verifizierung der Kabel, Ermittlung des Leistungspegels P_2	62
Bild H.14 – Schritt 3, Verifizierung der Kabel, Ermittlung des Leistungspegels P_3	63
Bild I.1 – Mit dem OTDR-Verfahren geprüfte Verkabelungskonfigurationen A_{MPO} , B_{MPO} und C_{MPO}	68
Bild I.2 – Mit dem OTDR-Verfahren geprüfte Verkabelungskonfigurationen D_{MPO}	69
Tabellen	
Tabelle 1 – Kabelkonfigurationen.....	15
Tabelle 2 – Konfigurationen und Prüfverfahren.....	15
Tabelle 3 – Bias der Messung im Zusammenhang mit der Klasse des Prüfkabelsteckverbinders.....	16
Tabelle 4 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung eines Leistungsmessgerätes.....	17
Tabelle 5 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung von mehr als einem Leistungsmessgerät.....	18
Tabelle 6 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung eines Leistungsmessgerätes.....	18
Tabelle 7 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung von mehr als einem Leistungsmessgerät.....	19
Tabelle 8 – Spektralanforderungen.....	20
Tabelle D.1 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei Anwendung des Verfahrens mit Geräteketten.....	43
Tabelle I.1 – Einstellung des Bias der Messung bei Verwendung von Prüfkabeln der Klasse B und mit niedriger Dämpfungsstufe.....	66
Tabelle I.2 – Anpassung der Akzeptanzzahl bei Verwendung von Prüfkabeln der Klasse B oder mit niedriger Dämpfungsstufe – OTDR-Verfahren.....	68

Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsundersysteme – Teil 4-5: Installierte Kabelanlagen – Dämpfungsmessung an Lichtwellenleiter-Kabelanlagen mit MPO-Abschlüssen mittels Prüfeinrichtungen mit MPO-Steckgesichtern

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Messung der Dämpfung und der Bestimmung von Polarität und Länge von installierten Ein- und Mehrmoden-Lichtwellenleiter-Kabelanlagen, die mit MPO-Steckverbindern abgeschlossen sind, mittels Prüfeinrichtungen mit MPO-Steckgesichtern. Diese Kabelanlage kann Mehrmoden- oder Einmoden-Lichtwellenleiter, Steckverbinder, Adapter, Splicer und weitere passive Bauteile enthalten. Die Verkabelung kann in einer Vielzahl von Umgebungen installiert sein, einschließlich Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Datenverarbeitungsräume und Umgebungen mit Freiluftanlagen.

Dieses Dokument behandelt Lichtwellenleiter der Unterkategorien A1-OMx, mit $x = 2, 3, 4$ und 5 ($50/125\ \mu\text{m}$), d. h. Mehrmoden-Lichtwellenleiter nach IEC 60793-2-10, und der Unterkategorien B-652.B und B-652.D ($9/125\ \mu\text{m}$), d. h. Einmoden-Lichtwellenleiter nach IEC 60793-2-50. Die Dämpfungsmessungen der weiteren Mehrmoden- und Einmoden-Kategorien können auch mit einer Lichtquelle und Leistungsmessgerät (LSPM) oder mit einem optischen Zeitbereichsreflektometer (OTDR) mit einem internen oder externen optischen Schalter mit einem MPO-Steckgesicht durchgeführt werden. Mehrmoden-Messungen werden mit einer 850-nm-Quelle durchgeführt, weil die Sende- und Empfangsmodule für Anwendungen mit paralleler Optik ein MPO-Steckgesicht besitzen, das nur bei 850 nm funktioniert; Messungen bei 1 300 nm sind freigestellt. Einmoden-Messungen werden mit einer 1 310-nm- und/oder 1 550-nm-Quelle durchgeführt, weil die Sende- und Empfangsmodule für Anwendungen mit paralleler Optik, welche ein MPO-Steckgesicht haben, bei diesen Wellenlängen arbeiten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

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

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

IEC TR 61282-15, *Fibre optic communication system design guides – Cable plant and link: Testing multi-fibre optic cable plant terminated with MPO connectors*

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

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

IEC 61746-1, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 1: OTDR for single mode fibres*

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

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

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

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

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

3.1 Begriffe

3.1.1

Adapter

Buchsenseite eines Steckverbinders, in die ein oder zwei Stecker eingesteckt und ausgerichtet werden

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.4]

3.1.2

alternatives Prüfverfahren

ATM

ein Prüfverfahren, bei dem eine gegebene Eigenschaft entsprechend der Definition dieser Eigenschaft gemessen wird und das reproduzierbare, auf das Referenzprüfverfahren zurückführbare und auf die praktische Anwendung bezogene Ergebnisse liefert

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2,8.2, modifiziert – Alternativer Begriff, „praktisches Prüfverfahren (für optische Fasern)“ gestrichen.]

3.1.3

Dämpfung

A

Verringerung der optischen Leistung durch die Übertragung über ein Medium, wie zum Beispiel eine Kabelanlage, angegeben als A , $A = 10 \log(P_{\text{in}}/P_{\text{out}})$, dabei sind P_{in} und P_{out} die Leistungen am Eingang und am Ausgang der Kabelanlage, die gewöhnlich in mW angegeben werden

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

3.1.4

bi-direktionale Messung

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

3.1.5

Übertragungsstrecke

vollständiger Übertragungsweg, der zwei beliebige anwendungsspezifische Einrichtungen miteinander verbindet

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

3.1.6

Konfiguration

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

3.1.7

Steckverbinder

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

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

3.1.8**begrenzter Lichtstrom****EF**

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

[QUELLE: IEC 62614-2:2010, 3.2]

3.1.9**Dämpfungsmessgerät****LSPM**

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

3.1.10**Bias der Messung**

Schätzwert einer systematischen Messabweichung

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

[QUELLE: IEC/IEC Guide 99:2007, 2.18, geändert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde ergänzt.]

3.1.11**MPO-Steckverbinder**

Mehrfaser-Bauteil, das aus einem Steckerteil mit Führungsstiften oder Führungsbuchsen und Adapter besteht, üblicherweise an einem LWL-Kabel befestigt, und welches ein Anschlussvermögen hoher Dichte für häufiges Verbinden oder Trennen bietet

3.1.12**optisches Zeitbereichsreflektometer****OTDR**

aus einem optischen Reflektometer im Zeitbereich bestehendes Prüfsystem, das zur Beurteilung und Messung der Dämpfung in einer installierten Kabelanlage und der darin enthaltenen spezifischen Bauteile verwendet wird

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

3.1.13**Stecker**

Steckerseite eines Steckverbinders

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.2]

3.1.14**Polarität**

Vorrichtungen zur Positionierung der Lichtwellenleiter in den MPO-Steckern untereinander, um so eine spezielle Konnektivität oder Zuordnung der Verkabelung sicherzustellen

3.1.15**Bezugsebene**

theoretische Ebene ohne Maßabweichungen zur Teilung des Raumes

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

[QUELLE: IEC 60050-731:1991, 581-25-30]

3.1.16

Prüfkabel

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

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

- Einkoppelkabel: verwendet, um die Lichtquelle mit der Kabelanlage zu verbinden;
- Empfangskabel: verwendet, um die Kabelanlage mit dem Leistungsmessgerät zu verbinden (nur bei LSPM);

Nachlaufkabel: am fernen Ende der Kabelanlage angeschlossen, wenn am nahen Ende ein OTDR benutzt wird. Dies bietet die Möglichkeit, die Dämpfung der gesamten Verkabelung einschließlich der Verbindung am fernen Ende zu bewerten;

- Adapterkabel: verwendet für den Übergang von nichtkompatiblen Steckverbindern in einer geforderten Prüfkongfiguration;
- Austauschkabel: ein Prüfkabel, das für eine Referenzmessung verwendet, aber bei der Dämpfungsmessung der zu prüfenden Verkabelung ersetzt wird.

3.1.17

niedrige Dämpfungsstufe

Mehrmoden-Steckverbinder und Stecker haben die Dämpfung einer Verbindung, die durch Zusammenstecken von zwei derartigen Baugruppen niedriger und reproduzierbarer als ein Abschluss der Standardklasse ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Adapter, der zur Sicherstellung einer verringerten Dämpfung gefordert ist, kann als Teil der niedrigen Dämpfungsstufe angesehen werden, wenn es durch den Prüfaufbau gefordert ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann kein IEC-Dokument für Mehrmoden-MPO-Abschlüsse mit niedriger Dämpfungsstufe in Bezug genommen werden.

3.1.18

Referenzprüfverfahren

RTM

Prüfverfahren zur Messung bestimmter Kennwerte streng nach der Definition dieser Kennwerte, und welches genaue, reproduzierbare und auf die praktische Anwendung bezogene Ergebnisse liefert

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

[QUELLE: IEC/TS 61931:1998, Begriff 2.8.1, geändert – Die Wörter in Klammern „für Lichtwellenleiter“ wurden gestrichen.]

3.1.19

optischer Schalter

passives Bauelement, das einen oder mehrere Anschlüsse besitzt und optische Leistung in einer LWL-Übertragungsleitung selektiv überträgt, umsteuert oder sperrt

[QUELLE: IEC 60876-1]

3.2 Grafische Symbole

Die in Bild 1 dargestellten grafischen Symbole für verschiedene Verbindungsoptionen wurden aus IEC TR 61282-15 und IEC 61280-4-1 angepasst und zeigen die Steckmöglichkeiten. Zu weiteren grafischen Symbolen, die in diesem Dokument verwendet werden, siehe IEC TR 61930.

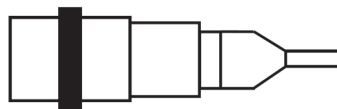
ANMERKUNG MPO-Stecker mit niedriger Dämpfung werden auf Prüfkabeln abgeschlossen, jedoch in den grafischen Symbolen oder in den Prüfbeispielen in diesem Dokument nicht auf andere Weise markiert oder unterlegt.



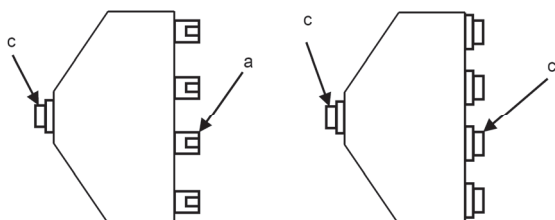
a) Stecker-Baugruppe



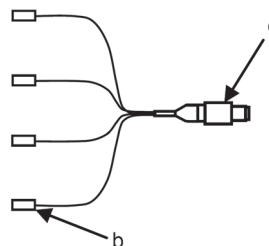
b) MPO-Adapter



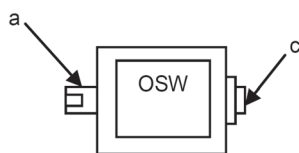
c) Stecker-Adapter-Baugruppe



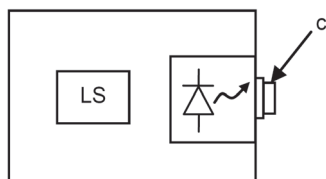
d) Kassette



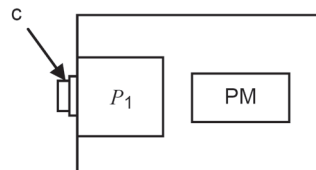
e) Aufteilkabel



f) optischer Schalter



g) Lichtquelle mit MPO-Anschluss



h) Leistungsmessgerät mit MPO-Anschluss

Legende

a	Einzelfaserbuchse	d	MPO-Stecker-Baugruppe
b	Einzelfaserstecker	LS	Lichtquelle
c	MPO-Adapter/Buchse	PM	Leistungsmessgerät

ANMERKUNG In den vorstehenden Bildern sind aus Gründen der Vereinfachung die MPO-Stecker und -Kupplungen allgemein dargestellt, weder mit Führungsstiften noch mit Führungsbuchsen und auch nicht mit Verdrehschutz-oben oder Verdrehschutz-unten dargestellt.

Bild 1 – Symbole für Steckverbinder und Geräte

In den Bildern, die die Messkonfigurationen in Anhang A bis Anhang C darstellen, wird die zu prüfende Verkabelung durch eine in Bild 2 dargestellte Schleife dargestellt. Sie kann zusätzliche Spleiße und Steckverbinder enthalten. Zum Zweck der Dämpfungsmessung dieser Verkabelung sind die Dämpfungen der Steckverbinder am nahen und fernen Ende getrennt von denen der Verkabelung zu berücksichtigen.

In Bild 2 wird die Verkabelung mit vormontierten Adaptern dargestellt. Bei der Prüfung sind für die in Adapter eingeführten Kabel Abschlüsse mit niedriger Dämpfungsstufe zu verwenden.

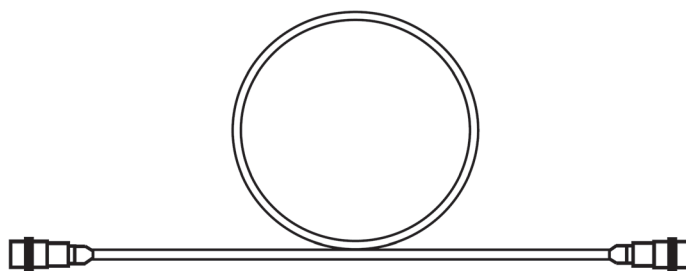


Bild 2 – Symbol für die zu prüfende Verkabelung

3.3 Abkürzungen

Die folgenden Abkürzungen werden verwendet:

APC	angeschrägt, direkter Kontakt (Beschreibung der Steckerpolitur) (en: angled physical contact (description of plug polish))
ATM	alternatives Prüfverfahren (en: alternative test method)
BIMMF	biegeunempfindliche Mehrmodenfaser (en: bend insensitive multimode fibre)
EF	eingeschlossener Fluss (en: encircled flux)
LED	Leuchtdiode (en: light emitting diode)
LSA	Näherung nach der Methode der kleinsten Quadrate (en: least squares approximation)
LSPM	Dämpfungsmessgerät (en: light source power meter)
MPO	Mehrfachfaser-Baugruppe mit Druckverriegelung (en: multiple-fibre push on)
OSW	optischer Schalter (en: optical switch)
OTDR	optisches Zeitbereichsreflektometer (en: optical time domain reflectometer)
PC	direkter Kontakt (Beschreibung der Steckerpolitur) (en: physical contact (description of plug polish))
PM	Leistungsmessgerät (en: power meter)
RTM	Referenzprüfverfahren (en: reference test method)

4 Messverfahren

4.1 Allgemein

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

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

Die ersten vier Verfahren verwenden ein Dämpfungsmessgerät (LSPM), um die Pegel der Leistung am Eingang und Ausgang der zu prüfenden Verkabelung zur Bestimmung der Dämpfung und der Kabelpolarität zu messen. Lichtquelle und Leistungsmessgerät des LSPM müssen jeweils MPO-Steckgesichter haben und müssen die Polarität automatisch bestimmen können. Die Länge kann an jeder Einzelfaser, die in einem Faserbündel enthalten ist, mit dem LSPM, anhand der Markierung auf dem Kabelmantel oder mit einem Sekundärprüfgerät, wie einem OTDR, gemessen werden.

Der hauptsächliche funktionale Unterschied zwischen diesen Verfahren ist die Art und Weise, in der der Pegel der Eingangsleistung, bekannt als Referenzleistungspegel, gemessen wird und wie die Dämpfungen,

die mit den Verbindungen zu der zu prüfenden Verkabelung zusammenhängen, eingeschlossen oder ausgeschlossen werden, sowie die zugehörigen Unsicherheiten dieser Verbindungen. Der Vorgang der Messung des Pegels der Eingangsleistung wird üblicherweise als „Aufnehmen des Referenzpegels der Leistung“ oder „Normalisierung“ bezeichnet. Die Verwendung des Begriffs „Referenz“ in der Beschreibung der Prüfverfahren bezieht sich auf den Vorgang der Messung der Eingangsleistung, nicht auf den Status der Prüfung.

Das Verfahren mit einem Kabel schließt die Dämpfung an beiden Enden der zu prüfenden Verkabelung ein. Das Verfahren mit drei Kabeln versucht, die Dämpfung der Verbindungen an beiden Enden der zu prüfenden Verkabelung auszuschließen. Das Verfahren mit zwei Kabeln schließt die Dämpfung einer der Verbindungen der zu prüfenden Verkabelung ein.

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

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

Beim OTDR-Verfahren werden kurze Lichtimpulse in die Verkabelung emittiert und die rückgestreute Leistung wird als Funktion der Laufzeitverzögerung oder der Länge entlang des Lichtwellenleiters gemessen. Dieses Verfahren gestattet die Messung der Dämpfung der installierten Kabelanlage und der Dämpfung einzelner Verkabelungsbaugruppen, wie Steckverbinder und Längen von Lichtwellenleiterkabeln. Es ist nicht erforderlich, eine gesonderte Referenzmessung durchzuführen. Empfehlungen für das Schnittstellenkabel zwischen dem OTDR und optischem Schalter, Einkoppelkabel und Nachlaufkabel werden in Anhang D definiert. Neben der Inbetriebnahme neuer Kabelanlagen ist das OTDR-Verfahren für die Prüfung von Lichtwellenleiterverkabelungen bei der Fehlersuche und Instandhaltung von Nutzen, weil die Kabelanlage durch die detaillierte Abbildung (die OTDR-Linie) gekennzeichnet werden kann, die zur Hervorhebung etwaiger Veränderungen untersucht werden kann.

Unsicherheiten in den einzelnen Verfahren sind in den zugehörigen Anhängen dokumentiert. Eine Übersicht über diese Unsicherheiten wird in Abschnitt 5 gegeben.

Allgemeine Anforderungen an Prüfaufbau, Abläufe und Berechnungen werden in den Abschnitten 6, 7 und 8 gegeben. Anforderungen, die speziell für jedes Verfahren gelten, sind in den Anhängen A bis E dokumentiert. Abschnitt 6 enthält auch zugehörige Abläufe, wie Reinigung und Untersuchung von Steckverbinder-Stirnflächen.

IEC TR 61282-15 muss informativ für Beschreibungen herangezogen werden, wie Polarität und Länge bestimmt werden.

4.2 Kabelkonfigurationen und geeignete Prüfverfahren

In diesem Dokument wird davon ausgegangen, dass die installierte Verkabelung eine der drei Formen für eine Installationsstrecke und eine Form für einen Kanal ist, wie es in Tabelle 1 dargestellt wird. Wenn die Verkabelung mit MPO-Steckerteilen mit festen Führungsstiften (im Folgenden: Stecker) abgeschlossen ist, müssen die Prüfkabel mit einem MPO-Buchseenteil ohne Führungsstifte (im Folgenden: Buchse) abgeschlossen sein. Wenn die Verkabelung mit MPO-Buchsen abgeschlossen ist, müssen die Prüfkabel mit MPO-Steckern in abgeschlossen sein. Installationsstrecken mit MPO-auf-Nicht-MPO-Kassetten können effizienter mit LSPM geprüft werden, deren Steckgesichter den Steckverbindertyp haben, der auf der Nicht-MPO-Seite der Kassette verwendet wird (d. h. LC/PC), wie in IEC 61280-4-1 und IEC 61280-4-2 beschrieben.

Sende- und Empfangsmodule mit MPO-Steckgesichtern haben Führungsstifte. Gerätekabel, die in Send- und Empfangsmodule gesteckt werden, haben Führungsbuchsen. Die Kanalprüfung nach dem Verfahren mit Gerätekabeln ist nicht möglich, wenn Lichtquelle und Leistungsmessgerät mit Steckvorrichtungen mit Führungsbuchsen ausgeführt sind. Als Alternative wird dann das Verfahren mit drei Kabeln empfohlen.

Das LSPM kann ein MPO-Steckgesicht haben, das entweder mit Führungsbuchsen oder mit Führungsstiften ausgeführt ist. Die Konfigurationen, die nach Anhang C geprüft werden, enthalten ein Adapterkabel für beide Typen des LSPM.

Tabelle 1 – Kabelkonfigurationen

Konfiguration	Beschreibung
A_{MPO}	Installationsstrecke mit MPO-Buchsen.
B_{MPO}	Installationsstrecke mit einem MPO-Stecker und einer MPO-Buchse.
C_{MPO}	Installationsstrecke mit MPO-Steckern.
D_{MPO}	Installationsstrecke mit MPO-Buchsen.

Die Unterschiede bei den für die Messung der Verkabelung angewandten Prüfverfahren hängen von der Kabelkonfiguration ab.

Die Kabelkonfiguration bestimmt die Prüfverfahren, die angewendet werden sollten, wie es in Tabelle 2 beschrieben ist. Das Referenzprüfverfahren (RTM) bietet die höchste Messgenauigkeit. Das alternative Prüfverfahren (ATM) kann unter bestimmten Umständen oder durch andere Internationale Normen gefordert werden, hat aber im Vergleich zum Referenzprüfverfahren eine geringere Messgenauigkeit. Wenn es nicht anders vereinbart ist, muss zur Lösung von Streitfällen das geeignete RTM in Verbindung mit anwendbaren Steckverbindern und Adaptern mit niedriger Dämpfungsstufe (Mehrmoden) und Klasse B (Einmoden) angewendet werden, wie in 6.3, 6.4, 6.5 und 6.8 beschrieben.

Tabelle 2 – Konfigurationen und Prüfverfahren

Konfiguration	RTM	ATM
$A_{\text{MPO}}, B_{\text{MPO}}, C_{\text{MPO}}$	Anhang A (1 Kabel)	Anhang B (3 Kabel), Anhang C (2 Kabel), Anhang E (OTDR)
D_{MPO}	Anhang D (Geräte Kabel)	Anhang B (3 Kabel), Anhang E (OTDR)

Siehe IEC IEC 61280-4-1, 3. Ausgabe, zu Bildern, auf denen die Bezugsebenen für die zu prüfende Verkabelung dargestellt sind.

5 Überblick über Unsicherheiten

5.1 Allgemeines

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

Auch wenn eine Tabellenkalkulation zur Berechnung vorhanden ist, so ist diese Berechnung aufgrund der Vielzahl der einbezogenen Parameter verhältnismäßig komplex. Die Abschnitte 5.2 bis 5.6 sind eine Alternative zu dieser Berechnung.

ANMERKUNG Elemente der Unsicherheitsberechnungen, die im hier folgenden oder in IEC TR 61282-14 angegeben werden, gehen von der Annahme aus, dass der angewendete Messvorgang vollständig konform mit den Messverfahren dieses Dokuments ist.

5.2 Quellen wesentlicher Unsicherheiten

Für typische Bedingungen zeigen Berechnungen nach IEC TR 61282-14, dass wesentliche Quellen von Unsicherheiten für Mehrmoden-Kabelanlagen auf Unsicherheiten beschränkt sind, die durch Einkoppel-

bedingungen, Quelleninstabilität und Unsicherheit der Wellenlänge der optischen Quelle und je nach Messverfahren von der Steck-Reproduzierbarkeit der Steckverbinder erzeugt werden.

Bei Leistungsmessgeräten mit mehreren Photodioden für Leistungs- und Polaritätsmessungen, basiert die Unsicherheit auf einer Untersuchung mit zwei Leistungsmessgeräten. Siehe IEC TR 61282-14.

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

5.3 Berücksichtigung des PM

Das Leistungsmessgerät sollte einen Empfänger haben, der groß genug ist, das gesamte einfallende Licht aufzunehmen. Auf diese Weise sind mit der Kopplung des Empfangskabels zum Leistungsmessgerät zusammenhängende Dämpfung und Unsicherheit minimal. Dies gilt für fasergekoppelte Photodioden; der Faserdurchmesser sollte ausreichend groß sein, das gesamte einfallende Licht aufzunehmen.

5.4 Berücksichtigung der Klasse des Prüfkabel-Steckverbinders

Die Prüfkabel können unterschiedliche Klassen haben (d. h. Klasse B im Vergleich zu Klasse C bei Einmoden und niedrige Dämpfungsstufe im Vergleich zur Standardklasse bei Mehrmoden), so dass zwei Messbedingungen zu berücksichtigen sind. Die Verwendung von Steckverbindern der Klasse B oder von Steckverbindern mit geringer Dämpfung an den Prüfkabeln führt zu einem Bias der Messung, der berücksichtigt werden muss, verringert jedoch die Messunsicherheit. Steckverbinder der Klasse C und Steckverbinder der Standardklasse führen kein Bias der Messung ein, haben aber eine höhere Messunsicherheit, die manchmal den eigentlichen Dämpfungsmesswert überschreitet (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 – Bias der Messung im Zusammenhang mit der Klasse des Prüfkabelsteckverbinders

Klasse des Prüfkabelabschlusses	Klasse des Verkabelungs- und Gerätekabelabschlusses	Bias der Messung	Gesamtunsicherheit
Klasse B (Einmoden); Niedrige Dämpfungsstufe (Mehrmoden)	Klasse C (Einmoden); Standardklasse (Mehrmoden)	In den meisten Fällen ist die Messung optimistisch, außer bei der Konfiguration B_{MPO} (siehe Tabelle I.1)	Siehe Tabelle 4 bis Tabelle 7
Klasse C (Einmoden); Standardklasse (Mehrmoden)	Klasse C (Einmoden); Standardklasse (Mehrmoden)	keine	Unsicherheitswerte sind höher als Prüfkabel Klasse B oder mit niedriger Dämpfungsstufe

5.5 Typische Unsicherheitswerte für die Mehrmodenprüfung

Typische Unsicherheitswerte für die Generierung von Tabelle 4 wurden nach IEC TR 61282-14 unter Annahme der folgenden Bedingungen berechnet:

- PM: Benutzung nur eines PM (wenn dieser die optische Leistung und die Polarität mit einem Empfänger messen kann)
- Zentroidalwellenlänge der Quelle, (siehe IEC 61280-1-3): $850 \text{ nm} \pm 25 \text{ nm}$
- Quellenpegel: -7 dBm ($0,2 \text{ mW}$)
- Stabilität der Quelle: $\pm 0,10 \text{ dB}$ ($k = 2$)
- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-10, Unterkategorie A1-OMxa

Die Ergebnisse der Berechnung können verwendet werden, um die Messergebnisse und die Konformitätsbewertung darzustellen.

Tabelle 4 gibt die Ergebnisse der Berechnung für eine Auswahl von Mehrmoden-Kabellängen und Dämpfungen unter Verwendung verschiedener Prüfverfahren nach diesem Dokument und verschiedener Prüfsteckerklassen an.

Tabelle 4 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung eines Leistungsmessgerätes

	Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe			Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Standardklasse-Steckverbindern		
	dB			dB		
Gemessene Dämpfung der Verkabelung dB	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)
0,5	1,25	1,52	1,75	1,65	2,01	2,32
1,0	1,25	1,52	1,76	1,65	2,02	2,33
1,5	1,26	1,53	1,76	1,66	2,02	2,33
2,0	1,27	1,54	1,77	1,66	2,03	2,33
2,5	1,28	1,55	1,78	1,67	2,04	2,34
3,0	1,30	1,56	1,79	1,69	2,04	2,35
3,5	1,31	1,58	1,80	1,70	2,06	2,36
Wenn die Unsicherheit größer ist als die gemessene Dämpfung, dann ist der gemessene Wert entweder bedeutungslos oder der betrachtete Wert sollte die Unsicherheit sein.						

Typische Unsicherheitswerte für die Generierung von Tabelle 5 wurden nach IEC TR 61282-14 unter Annahme der folgenden Bedingungen berechnet:

- PM: Benutzung von mehr als einem PM mit Kalibrierunsicherheit: 0,2 dB (4,6 %)
- Zentroidalwellenlänge der Quelle, (siehe IEC 61280-1-3): 850 nm ± 25 nm
- Quellenpegel: -7 dBm (0,2 mW)
- Stabilität der Quelle: ±0,10 dB (k = 2)
- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-10, Unterkategorie A1-OMxa

Die Ergebnisse der Berechnung können verwendet werden, um die Messergebnisse und die Konformitätsbewertung darzustellen.

Tabelle 5 gibt die Ergebnisse der Berechnung für eine Auswahl von Mehrmoden-Kabellängen und Dämpfungen unter Verwendung verschiedener Prüfverfahren nach diesem Dokument und verschiedener Prüfsteckerklassen an.

Tabelle 5 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung von mehr als einem Leistungsmessgerät

	Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe (dB)			Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Standardklasse-Steckverbindern (dB)		
Gemessene Dämpfung der Verkabelung dB	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)
0,5	1,28	1,55	1,78	1,67	2,03	2,34
1,0	1,28	1,55	1,78	1,67	2,04	2,34
1,5	1,29	1,56	1,78	1,68	2,04	2,35
2,0	1,30	1,56	1,79	1,69	2,05	2,35
2,5	1,31	1,57	1,80	1,70	2,05	2,36
3,0	1,33	1,59	1,81	1,71	2,06	2,37
3,5	1,34	1,60	1,82	1,72	2,08	2,38
Wenn die Unsicherheit größer ist als die gemessene Dämpfung, dann ist der gemessene Wert entweder bedeutungslos oder der betrachtete Wert sollte die Unsicherheit sein.						

5.6 Typische Unsicherheitswerte für die Einmodenprüfung

Typische Unsicherheitswerte für die Generierung von Tabelle 6 wurden nach IEC TR 61282-14 unter Annahme der folgenden Bedingungen berechnet:

- PM: Benutzung nur eines PM (wenn dieser die optische Leistung und die Polarität mit einem Empfänger messen kann)
- Zentroidalwellenlänge der Quelle, siehe IEC 61280-1-3: 1 310 nm $\pm$ 20 nm
- Quellenpegel: -7 dBm (0,2 mW)
- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-50, B-562.B und B-562.D

Tabelle 6 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung eines Leistungsmessgerätes

	Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse B (dB)			Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse C (dB)		
Gemessene Dämpfung der Verkabelung (dB)	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)
0,5	1,24	1,52	1,75	1,64	2,01	2,32
1,0	1,24	1,52	1,75	1,64	2,01	2,32
1,5	1,24	1,52	1,75	1,64	2,01	2,32
2,0	1,24	1,52	1,75	1,64	2,01	2,32
2,5	1,24	1,52	1,75	1,64	2,01	2,32
3,0	1,24	1,52	1,75	1,64	2,01	2,32
3,5	1,24	1,52	1,75	1,64	2,01	2,32
Wenn die Unsicherheit größer ist als die gemessene Dämpfung, dann ist der gemessene Wert entweder bedeutungslos oder der betrachtete Wert sollte die Unsicherheit sein.						

Typische Unsicherheitswerte für die Generierung von Tabelle 7 wurden nach IEC TR 61282-14 unter Annahme der folgenden Bedingungen berechnet:

- PM: Benutzung von mehr als einem PM mit Kalibrierunsicherheit: 0,2 dB (4,6 %)
- Zentroidalwellenlänge der Quelle, siehe IEC 61280-1-3: 1 310 nm $\pm$ 20 nm
- Quellenpegel: -7 dBm (0,2 mW)
- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-50, B-562.B und B-562.D

Tabelle 7 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung von mehr als einem Leistungsmessgerät

Gemessene Dämpfung der Verkabelung (dB)	Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse B dB			Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse C dB		
	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)	Anhang A (1 Kabel)	Anhang C (2 Kabel)	Anhang B (3 Kabel)
0,5	1,27	1,54	1,77	1,67	2,03	2,34
1,0	1,27	1,54	1,77	1,67	2,03	2,34
1,5	1,27	1,54	1,77	1,67	2,03	2,34
2,0	1,27	1,54	1,77	1,67	2,03	2,34
2,5	1,27	1,54	1,77	1,67	2,03	2,34
3,0	1,27	1,54	1,77	1,67	2,03	2,34
3,5	1,27	1,54	1,77	1,67	2,03	2,34
Wenn die Unsicherheit größer ist als die gemessene Dämpfung, dann ist der gemessene Wert entweder bedeutungslos oder der betrachtete Wert sollte die Unsicherheit sein.						

6 Gerätetechnische Ausrüstung

6.1 Allgemeines

Für bestimmte Verfahren geltende Anforderungen an den Prüfaufbau sind in Anhang A, Anhang B und Anhang C zu finden. Einige der Anforderungen an den Prüfaufbau, die den LSPM-Verfahren gemeinsam sind, sind in Abschnitt 6 enthalten.

6.2 Lichtquelle

6.2.1 Allgemeines

Für den Lichtquellen-Prüfanschluss sind zwei Typen der MPO-Steckgesichter zulässig. Die Mehrmoden-Lichtquelle muss ein PC-MPO-Steckgesicht (nicht APC) haben. Die Einmoden-Lichtquelle muss ein APC-MPO-Steckgesicht haben. Das MPO-Steckgesicht der Lichtquelle kann mit Führungsstiften oder mit Führungsbuchsen ausgeführt sein.

6.2.2 Stabilität

Das Betriebsverhalten der Lichtquelle ist am Ausgang des Mehrfaser-Einkoppelkabels definiert. Dies wird erreicht, indem die Ausgangsleistung einer passenden Strahlungsquelle, wie ein Laser oder eine lichtemittierende Diode, in das Einkoppelkabel übertragen wird. Die verwendete Quelle muss während des gesamten Messablaufs stabil in Position, Wellenlänge und Leistung sein. Zur Verringerung der Unsicherheit sollte die Stabilität der Leistung üblicherweise $\pm 0,05$ dB betragen. Für die MPO-Prüfung ist jedoch $\pm 0,10$ dB geeignet.

6.2.3 Spektralkennwerte (LSPM-Messung)

Die Spektralbreite der Einmoden- und Mehrmoden-Lichtquelle muss bei der Messung nach IEC 61280-1-3 die Anforderungen in Tabelle 8 erfüllen. Diese Anforderungen sind mit LED-Geräten für Mehrmoden und Laser-Geräte für Einmoden kompatibel. Für die Einmoden-Lichtquelle sollten die für die Dämpfungsmessung verwendeten Wellenlängen repräsentativ für die Wellenlängen sein, bei denen das System über die Faser arbeitet. Für die Standortverkabelung und viele weitere Anwendungen wird die Einmodenmessung bei den Nenn-Wellenlängen 1 310 nm und 1 550 nm durchgeführt.

Tabelle 8 – Spektralanforderungen

Zentroidalwellenlänge nm	Bereich der Spektralbreite nm
850 ± 25 (A1-OMx-Faser)	10 ^a bis 38 (Effektivwert)
1 280 bis 1 330 (A1-OMx-Faser)	10 ^b bis 75 (Effektivwert)
1 290 bis 1 330 (B-652.B-, B-652-Fasern)	≤ 5 (Effektivwert) für Laserdioden ≤ 40 (Effektivwert) für ELED
1 530 bis 1 570 (B-652.B-, B-652-Fasern)	≤ 5 (Effektivwert) für Laserdioden ≤ 40 (Effektivwert) für ELED
^a Der Bereich der Spektralbreite gilt nur die LSPM-Verfahren.	
^b Der Bereich der Spektralbreite gilt nur für die LSPM-Verfahren; für 1 300 nm ist er informativ.	

6.3 Einkoppelkabel

Außer für das OTDR-Verfahren muss das Einkoppelkabel 2 m bis 5 m lang sein. Zur Länge des OTDR-Einkoppelkabels siehe Anhang E.

Die Anforderungen in Anhang F an das vom Mehrmoden-Einkoppelkabel emittierte Nahfeldprofil sollten eingehalten werden.

Der Steckverbinder und der Adapter, die das Einkoppelkabel abschließen, müssen mit der Verkabelung kompatibel sein und sollten Klasse B (Einmoden) sein oder eine niedrige Dämpfungsstufe (Mehrmoden) haben, um die Unsicherheit der Messergebnisse zu minimieren.

Die Mehrmoden-Lichtwellenleiter, die von diesem Dokument unterstützt werden, sind in IEC 60793-2-10 als A1-OMx definiert, dabei ist x = 2, 3, 4 und 5 (z. B. A1-OM3) mit den Unterkategorien:

- A1-OM2 (veraltet 50/125 µm)
- A1-OM3 (1. Generation, laseroptimiert 50/125 µm)
- A1-OM4 (2. Generation, laseroptimiert 50/125 µm)
- A1-OM5 (Breitband 50/125 µm)

A1-OMx-Fasern werden weiter unterteilt in:

- A1-OMxa, dabei ist x = 2 bis 5 (bezeichnet herkömmliche Niveaus des Betriebsverhaltens bei Makrobiegung)
- A1-OMxb, dabei ist x = 2 bis 5 (bezeichnet biegeunempfindliche Eigenschaften – bezeichnet als BIMMF)

Der Lichtwellenleiter im Einkoppelkabel an der Verbindung zu der zu prüfenden Verkabelung muss den gleichen Nennwert der Faserkerngröße haben wie der Lichtwellenleiter in der zu prüfenden Verkabelung.

Bei der Durchführung der LSPM-Prüfung von A1-OMxa-Lichtwellenleitern sollte das Einkoppelkabel keine Lichtwellenleiter der Unterteilung A1-OMxb (BIMMF) enthalten. Die Einmoden-Lichtwellenleiter, die von diesem Dokument unterstützt und im Einmoden-Einkoppelkabel verwendet werden, sind in IEC 60793-2-50 als B-652.B und B-652.D definiert.

Das MPO-Ende des Einkoppelkabels sollte einen Steckverbinder mit niedriger Dämpfungsstufe haben, wie er in Anhang I empfohlen wird. Für die Prüfung von Einmoden-Verkabelung sollte das MPO-Einkoppelkabel eine hohe Rückflusdämpfung (z. B. 60 dB) aufweisen, wenn es mit einem weiteren ähnlichen MPO-APC-Stecker zusammengesteckt wird. Einmoden-Einkoppelkabel müssen APC-Stecker besitzen, um die zu prüfende Verkabelung anzuschließen.

Der Steckverbinder oder der Adapter, die das Einkoppelkabel abschließen, müssen mit der Verkabelung kompatibel sein und sollten Klasse B (Einmoden) sein und eine niedrige Dämpfungsstufe (Mehrmoden) haben, um die Unsicherheit der Messergebnisse zu minimieren.

Bei der Auswahl von Prüfkabeln ist besondere Aufmerksamkeit erforderlich. Die vom Lieferanten der Prüfausrüstung gelieferten oder empfohlenen Prüfkabel sollten verwendet werden.

Zu weiteren Angaben hinsichtlich der Polarität von Prüfkabeln muss IEC TR 61282-15 in Bezug genommen werden.

6.4 Empfangs- oder Nachlaufkabel

Der Steckverbinder oder der Adapter, die das Empfangskabel abschließen, müssen mit der Verkabelung kompatibel sein und sollten Klasse B (Einmoden) sein und eine niedrige Dämpfungsstufe (Mehrmoden) haben, um die Unsicherheit der Messergebnisse zu minimieren.

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

Wenn bidirektionale Prüfungen ausgeführt werden, wird das Nachlaufkabel zum Einkoppelkabel und muss 6.3 entsprechen.

Mit Bezug auf 6.3:

- der Lichtwellenleiter im Empfangs- oder Nachlaufkabel an der Verbindung zu der zu prüfenden Verkabelung muss den gleichen Nennwert der Faserkerngröße haben wie der Lichtwellenleiter in der zu prüfenden Verkabelung;
- bei der Durchführung der LSPM-Prüfung von A1-OMxa-Lichtwellenleitern sollte das Empfangskabel keine Lichtwellenleiter der Unterteilung A1-OMxb (BIMMF) enthalten.

Die Einmoden-Lichtwellenleiter, die von diesem Dokument unterstützt und im Einmoden-Empfangskabel verwendet werden, sind in IEC 60793-2-50 als B-652.B und B-652.D definiert.

Die MPO-Enden des Empfangskabels sollten Abschlüsse mit niedriger Dämpfung haben, wie es in Anhang I für einen Abschluss der Klasse B (Einmoden) oder einen Abschluss mit niedriger Dämpfungsstufe (Mehrmoden) empfohlen wird. Für die Prüfung von Einmoden-Verkabelung sollte das MPO-Empfangskabel eine hohe Rückflusdämpfung (z. B. 60 dB) aufweisen, wenn es mit einem weiteren ähnlichen MPO-APC-Stecker zusammengesteckt wird.

6.5 Austauschkabel

Der Steckverbinder oder der Adapter, die das Austauschkabel abschließen, müssen mit der Verkabelung kompatibel sein und sollten Klasse B (Einmoden) sein und eine niedrige Dämpfungsstufe (Mehrmoden) haben, um die Unsicherheit der Messergebnisse zu minimieren.

Mit Bezug auf 6.3:

- der Lichtwellenleiter im Austauschkabel muss den gleichen Nennwert der Faserkerngröße haben wie der Lichtwellenleiter in der zu prüfenden Verkabelung;

- bei der Durchführung der LSPM-Prüfung von A1-OMxa-Lichtwellenleitern sollte das Austauschkabel Lichtwellenleiter der Unterteilung A1-OMxa (Nicht-BIMMF) enthalten. Bei der Prüfung von A1-OMxb-Lichtwellenleitern sollte das Austauschkabel Lichtwellenleiter der Unterteilung A1-OMxb (BIMMF) enthalten.

Die Einmoden-Lichtwellenleiter, die von diesem Dokument unterstützt und im Einmoden-Austauschkabel verwendet werden, sind in IEC 60793-2-50 als B-652.B und B-652.D definiert.

Das MPO-Ende des Austauschkabels sollte eine niedrige Dämpfung haben, die einem Klasse-B-Abschluss (Einmoden) und einem Abschluss mit niedriger Dämpfungsstufe (Mehrmoden) entspricht, wie es in Anhang A empfohlen wird. Für die Prüfung von Einmoden-Verkabelung sollte das MPO-Austauschkabel eine hohe Rückflussdämpfung (z. B. 60 dB) aufweisen, wenn es mit einem weiteren ähnlichen MPO-APC-Stecker zusammengesteckt wird.

6.6 Leistungsmessgerät – nur LSPM-Verfahren

Das Leistungsmessgerät muss den Bereich der Leistung einschließlich der in die Verkabelung eingekoppelten Leistung messen können, in dem die Verkabelung gewöhnlich arbeitet. Das Leistungsmessgerät muss die Kalibrieranforderungen nach IEC 61315 erfüllen. Das Messgerät muss eine Empfangsoberfläche ausreichender Größe besitzen, um die gesamte vom Lichtwellenleiter in das Gerät abgegebene Leistung zu erfassen. Wenn der Anschluss des Leistungsmessgerätes einen kompatiblen MPO-Stecker innerhalb des Gerätes hat, an den Anschlussfasern zum MPO-Stecker angeschlossen und eine Anzahl von Photodioden mit den Anschlussfasern verbunden sind, muss der mit Anschlussfasern versehene Lichtwellenleiter ausreichend groß sein, um die gesamte in das Gerät vom Prüfkabel abgegebene Leistung zu erfassen.

Das Leistungsmessgerät muss einen MPO-kompatiblen Anschluss haben, entweder in Stecker- oder Buchsenausführung, der die Verbindung entweder mit einem MPO-PC-Mehrmodenstecker oder einem MPO-APC-Einmodenstecker herstellen muss.

Das Leistungsmessgerät muss zusätzlich zur Messung der Dämpfung die Position (Polarität) jeder Faserposition am MPO-Stecker während der Prüfung bestimmen und angeben können.

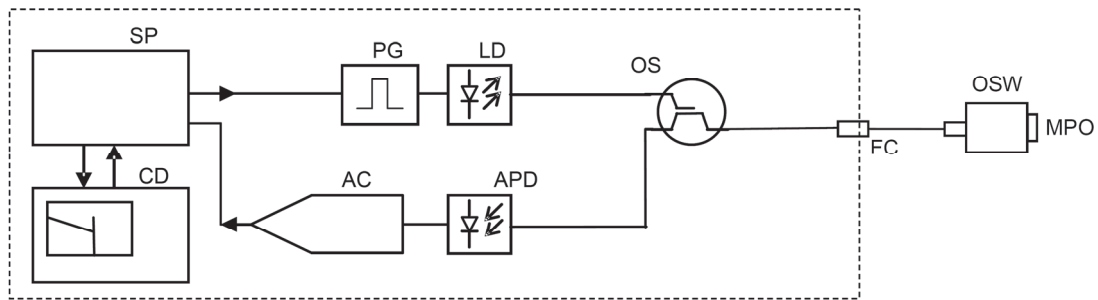
Bei der Verbindung mit dem MPO-Anschluss des Leistungsmessgerätes wird zu Vorsicht geraten, weil dieser als Stecker oder Buchse ausgeführt sein kann.

Zu weiteren Angaben hinsichtlich der Eigenschaften des Leistungsmessgerätes muss IEC TR 61282-15 in Bezug genommen werden.

6.7 OTDR-Prüfeinrichtung

In Bild 3 ist ein Schaltbild einer OTDR-Prüfeinrichtung mit einem einfachen Anschlusspunkt dargestellt. Die Anforderungen an die Länge des Einkoppelkabels und die weiteren Besonderheiten im Zusammenhang mit der OTDR-Messung werden in Anhang E ausführlich beschrieben. Des Weiteren gelten die Anforderungen von 6.1.

Für die Prüfung der mit MPO-Steckverbindern abgeschlossenen Lichtwellenleiterverkabelung ist ein optischer Schalter erforderlich. Dieser Schalter kann in das OTDR-Hauptgerät eingebaut sein und einen MPO-Einzelschluss darstellen. Alternativ kann der optische Schalter außerhalb des OTDR-Hauptgerätes mit einer Einzelfaser-auf-Mehrfaser-Schnittstelle ausgeführt sein.



Legende

PG	Pulsgenerator	AC	Verstärker und Wandler
LD	Laserdiode	SP	Signalprozessor
OS	optischer Aufteiler	CD	Bedienteil und Anzeige
FC	Frontplatten-Steckverbinder	OSW	optischer Schalter
APD	Avalanche-Photodiode	MPO	MPO-Steckverbinder

Bild 3 – OTDR-Schaltbild mit externem optischen Schalter

6.8 Ausrüstung zur Reinigung und Sichtprüfung der Steckverbinder-Stirnflächen

Die Reinigungsausrüstung (einschließlich Prüfaufbau, Werkstoffe und Substanzen) und die zu benutzenden Verfahren müssen für die zu reinigenden Steckverbinder geeignet sein. Geeignete Reinigungswerkzeuge und -verfahren für die Stirnflächen von Steckverbindern werden in IEC TR 62627-01 empfohlen. Wenn es Zweifel an der Eignung bestimmter Ausrüstung und Reinigungsverfahren gibt, müssen die Anweisungen des Steckverbinderlieferanten herangezogen werden.

Für die Untersuchung der Endflächen der Prüfsteckverbinder nach IEC 61300-3-35 muss ein schwach auflösendes Mikroskop verwendet werden, das nach IEC 61300-3-35 tauglich ist. Es sind Mikroskope mit Adaptern erforderlich, die kompatibel mit den verwendeten Steckverbindern sind.

6.9 Adapter

Wo zutreffend, müssen Adapter kompatibel mit der benutzten Steckverbinderbauform sein und müssen zulassen, dass das geforderte Betriebsverhalten von Abschlüssen der Klasse B (Einmoden) und von Abschlüssen mit niedriger Dämpfungsstufe (Mehrmoden) erreicht wird.

IEC 61754-7 (alle Teile) enthält Angaben zu Adaptern und Kodierungsunterschieden.

7 Durchführung

7.1 Allgemeines

Anforderungen an die Durchführung, die speziell für jedes Verfahren gelten, sind in Anhang A bis Anhang E zu finden.

Bei den Verfahren mit LSPM ist eine Referenzmessung erforderlich, die vor der Messung der Verkabelung durchzuführen ist. Die Einrichtungen sollten vor dem Beginn der Prüfung daraufhin untersucht werden, wie viele Referenzmessungen durchgeführt werden sollten. Dies sollte generell erfolgen, bevor an der Einrichtung eine Drift von mehr als 0,1 dB aufgetreten ist. Die Prüfumgebung (besonders die Temperatur) kann die Häufigkeit der Referenzmessungswiederholungen beeinflussen.

Der Lichtquelle ist genügend Zeit zur Stabilisierung nach den Empfehlungen des Herstellers zu geben.

7.2 Allgemeine Verfahren

7.2.1 Behandlung der Prüfkabel

Die Enden der Prüfkabel müssen frei von Schmutz oder Staub sein und müssen nach IEC 61300-3-35 frei von Fehlern sein. Falls Verunreinigungen sichtbar sind, ist die Reinigung und Untersuchung mit der Ausrüstung und mit den Verfahren nach 6.8 durchzuführen.

Prüfkabel, die nicht in Benutzung sind, sollten an den Enden abgedeckt und knickfrei als Ringe aufgewickelt mit einem Durchmesser größer als der kleinste Biegeradius gelagert werden.

Vor dem Beginn jeder Prüfung ist das optische Betriebsverhalten aller zu verwendender Prüfkabel nach den Verfahren in Anhang H zu überprüfen.

7.2.2 Durchführung von Referenzmessungen

Die Ausgangsleistung von Prüfkabeln mit niedrigem Dämpfungsgrad (Mehrmoden) oder der Klasse B (Einmoden) ist zu messen.

7.2.3 Sichtprüfung und Reinigung der Lichtwellenleiterenden in der Verkabelung

Die Enden der Verkabelung sollten jedes Mal bevor sie zusammengesteckt werden sollen nach IEC 61300-3-35 einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Die Enden der Verkabelung müssen frei von Verunreinigungen sein. Falls Verunreinigungen sichtbar sind, ist die Stirnfläche der Steckverbinder mit der Ausrüstung und mit den Verfahren nach 6.8 zu reinigen und zu untersuchen.

7.2.4 Durchführung der Messungen

Dies ist ein schrittweiser Vorgang für jeden Lichtwellenleiter in der Verkabelung, einschließlich:

- Anschluss der Lichtwellenleiterverkabelung an die Einkoppel- und Empfangs- oder Nachlaufkabel;
- Durchführung der Messung bei jeder Wellenlänge;
- Speicherung oder Aufzeichnung der Ergebnisse.

ANMERKUNG Das Leistungsmessgerät und das Empfangsprüfkabel werden an das ferne Ende der Verkabelung gebracht, oder es wird ein zweites Leistungsmessgerät und Empfangsprüfkabel verwendet, wenn ein Prüfsatz für die optische Dämpfung (LSPM in einem Gehäuse) nicht zur Verfügung steht.

7.2.5 Durchführung der Berechnungen

Die Berechnungen sind vorzunehmen, um die Differenz zwischen Referenzmessung und den Messungen bei der Prüfung zu bestimmen, und die Endergebnisse sind mit weiteren Angaben nach Abschnitt 8 aufzuzeichnen.

7.2.6 Mehrfaser- und bidirektionale Prüfung

Wenn mehrere Fasern gleichzeitig mit Mehrfaser-Verbindern gemessen werden, müssen die Anforderungen an jede Schnittstelle so eingehalten werden, als wenn es ein einzelner Steckverbinder wäre. Besteht die Forderung nach bidirektionalen Messungen, dann werden die Verfahren mit Einkopplung in das andere Ende der zu prüfenden Verkabelung wiederholt.

7.3 Kalibrierung

Leistungsmessgeräte und die OTDR-Prüfausrüstung müssen nach IEC 61315, IEC 61746-1 bzw. IEC 61746-2 kalibriert werden.

Die verwendete Prüfausrüstung muss ein Kalibrierzertifikat nach einem eingeführten Qualitätssystem haben, das für den Prüfzeitraum gültig ist.

7.4 Sicherheit

Alle Prüfungen, die an Lichtwellenleiter-Kommunikationsanlagen oder bei denen im Prüfaufbau ein Laser oder eine LED verwendet wird, müssen mit den Sicherheitsmaßnahmen nach IEC 60825-2 durchgeführt werden.

ANMERKUNG Lichtquellen, die in LSPM zur Prüfung der Lichtwellenleiterverkabelung zum Einsatz kommen, werden üblicherweise als sicher angesehen. Lichtquellen, die in OTDR verwendet werden, gehören im Regelfall zu Produkten der Klasse 1. Laserprodukte der Klasse 1 werden unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen als sicher angesehen.

8 Berechnungen

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

9 Dokumentation

9.1 Angaben für jede Prüfung

- Prüfverfahren
- Messergebnisse mit:
 - Dämpfung (dB);
 - OTDR-Messkurve(n), Ereignisse und Abschnittsuntersuchungstabellen (nur OTDR-Verfahren, sofern bidirektionale Messungen durchgeführt wurden, dann von beiden Richtungen); Abbildung ist freigestellt. Die OTDR-Dokumentation ist nur dann erforderlich, wenn eine OTDR-Messkurve aufgenommen wurde.
 - Polarität;
 - Länge;
 - Wellenlänge (nm);
 - Typ des Lichtwellenleiters;
 - Position der Abschlüsse;
 - Kennzeichnung des Lichtwellenleiters;
 - Kennzeichnung des Kabels;
- Prüfdatum.

9.2 Angaben, die verfügbar zur halten sind

- Einzelheiten der Spektralkennwerte der Lichtquelle;
- Referenzpegel der Leistung (dBm) (nur LSPM-Verfahren);
- Kalibrieraufzeichnungen;
- Angaben, die die Einhaltung der geforderten Einkopplungsbedingungen nach 6.3 nachweisen;
- ausführliche Angaben über die zu Messung eingesetzten Prüfkabel.

Anhang A (normativ)

Verfahren mit einem Kabel

A.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens

Die Messung nach dem Verfahren mit einem Kabel schließt die Dämpfung beider Verbindungen zu der zu prüfenden Verkabelung ein. Sie ist das RTM für Messungen an installierten Kabelanlagen der Konfigurationen A_{MPO} bis C_{MPO} (siehe 4.2). In diesem Anhang werden die Prüfverfahren dargestellt, bei denen die Verkabelung an jedem Ende mit Buchsen, an einem Ende mit Stecker und am anderen Ende mit Buchse und an beiden Enden mit Steckern ausgeführt ist.

ANMERKUNG Die Prüfkabel können für die Ausrichtung des Verdrehsschutzes und für eine Stecker- oder Buchsenkonfiguration (en: gender-neutral) modifiziert sein und verwendet werden, um die Prüfung mit einem Kabel einfacher und zufriedenstellend zu machen.

Polaritätsmessungen sind an dieser Stelle nicht definiert und es wird erwartet, dass dies durch das LSPM automatisiert erfolgt und angegeben wird. Zu weiteren Angaben hinsichtlich der Polaritätsunterschiede muss IEC TR 61282-15 in Bezug genommen werden.

A.2 Gerätetechnische Ausrüstung

Lichtquelle, Leistungsmessgerät, Adapter, Einkoppel- und Empfangskabel müssen Abschnitt 6 entsprechen. Die Lichtquelle kann mit Stecker oder Buchse ausgeführt sein. In den nachfolgenden Beispielen hat das Leistungsmessgerät in Abhängigkeit von der Konfiguration der Verkabelung MPO-Steckgesichter als Buchse oder Stecker. Das Messverfahren mit einem Kabel ist nur möglich, wenn das Leistungsmessgerät dieselbe Anschlussanordnung wie die zu prüfende Verkabelung hat (d. h. Verkabelung mit Steckern und Leistungsmessgerät mit Stecker) oder wenn die Prüfkabel für die Ausrichtung des Verdrehsschutzes und für die Konfiguration Stecker oder Buchse modifiziert werden können oder wenn das Leistungsmessgerät einen MPO-Stecker oder eine MPO-Buchse aufnehmen kann. Anderenfalls ist ein Adapterkabel erforderlich, das als Hybridkabel arbeitet. Damit wird dies eine Messung mit zwei Kabeln.

Bezeichnet wird es aber als Verfahren mit einem Kabel, weil nur ein Prüfkabel (z. B. Einkoppelkabel) für die Referenzmessung eingesetzt wird. Für die Durchführung der Messung ist auch ein Empfangskabel notwendig.

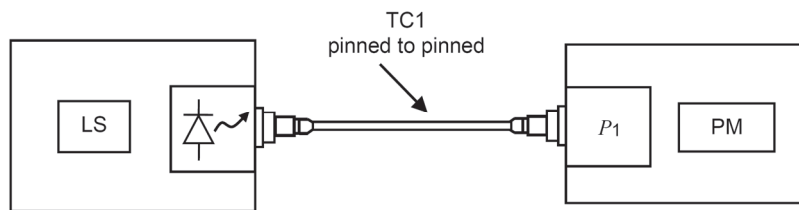
Weil nicht angenommen werden kann, dass Referenz- und Dämpfungsmessungen dieselbe Polarität haben, müssen alle P1-Referenzen mit der Quellenkennung (1-n) gekennzeichnet werden.

Dieses Verfahren setzt außerdem voraus, dass:

- Am Leistungsmessgerät kann gegebenenfalls ein Adapter angeschlossen werden, der keine zusätzliche Messunsicherheit einführt. Das alternative Verfahren (Anhang B) kann angewendet werden, vorausgesetzt, dass die erhöhte Messunsicherheit dieses Verfahrens beachtet wird und geeignet modifizierte Prüfgrenzwerte angewendet werden. Es kann nicht immer vorausgesetzt werden, dass bei der Referenzmessung und bei der Dämpfungsmessung derselbe Empfänger verwendet wird.
- Das Einkoppelkabel wird zwischen einer Referenzmessung und einer Prüfmessung nicht von der Lichtquelle getrennt. Wenn die Ausführung entweder der Prüfausrüstung oder der zu prüfenden Verkabelung eine derartige Trennung unvermeidlich machen, kann das alternative Verfahren (Anhang B) benutzt werden, vorausgesetzt, dass die erhöhte Messunsicherheit dieses Verfahrens berücksichtigt wird und geeignet modifizierte Prüfgrenzwerte angewendet werden.

A.3 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Buchse

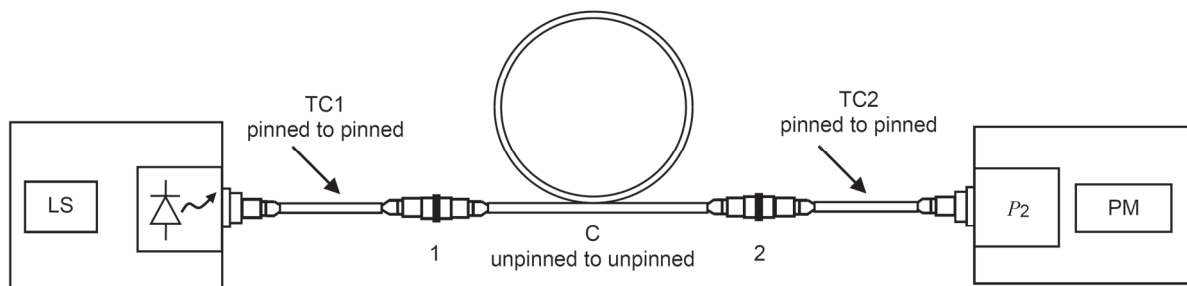
- Die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät mit Buchse werden mit dem Einkoppelkabel (TC1) nach Bild A.1 verbunden.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
- Das Leistungsmessgerät wird von TC1 getrennt.
 - TC1 darf nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle getrennt werden.
- Das Leistungsmessgerät wird mit dem Empfangskabel verbunden (TC2).
- TC1 und TC2 sind mit der zu prüfenden Verkabelung zu verbinden, wie in Bild A.2 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.



Legende

LS	Lichtquelle
TC1	Einkoppelkabel
PM	Leistungsmessgerät (mit Buchse)

Bild A.1 – Referenzmessung, Buchsen an der Verkabelung



Legende

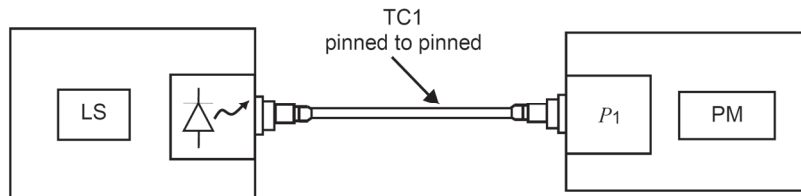
LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät (mit Buchse)
C	zu prüfende Verkabelung	1	Eingangsschnittstelle der zu prüfenden Verkabelung
2	Ausgangsschnittstelle der zu prüfenden Verkabelung		

Bild A.2 – Prüfmessung, Buchsen an der Verkabelung

A.4 Durchführung, Buchse-auf Stecker-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Buchse

- Die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät mit Buchse werden mit dem Einkoppelkabel (TC1) nach Bild A.3 verbunden.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.

- Das Leistungsmessgerät wird von TC1 getrennt.
 - TC1 darf nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle getrennt werden.
- Das Leistungsmessgerät wird mit dem Empfangskabel verbunden (TC2).
- TC1 und TC2 sind mit der zu prüfenden Verkabelung zu verbinden, wie in Bild A.4 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.



Legende

- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel
 PM Leistungsmessgerät (mit Buchse)

Bild A.3 – Referenzmessung, Buchse-auf-Stecker-Verkabelung

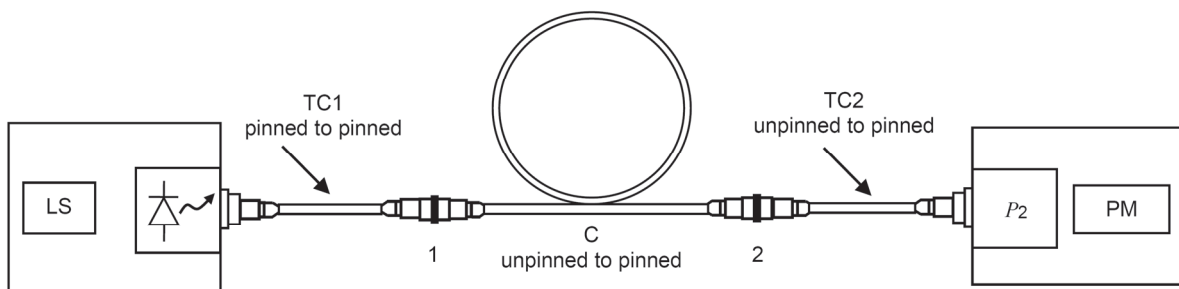
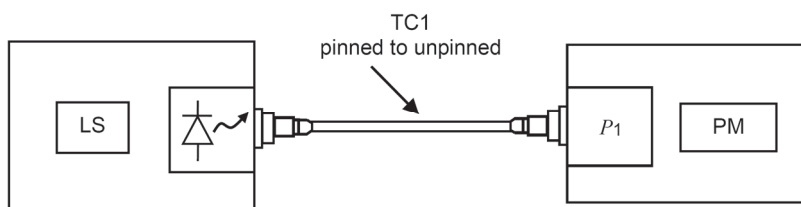


Bild A.4 – Prüfmessung, Buchse-auf-Stecker-Verkabelung

A.5 Durchführung, Stecker-auf-Stecker-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Stecker

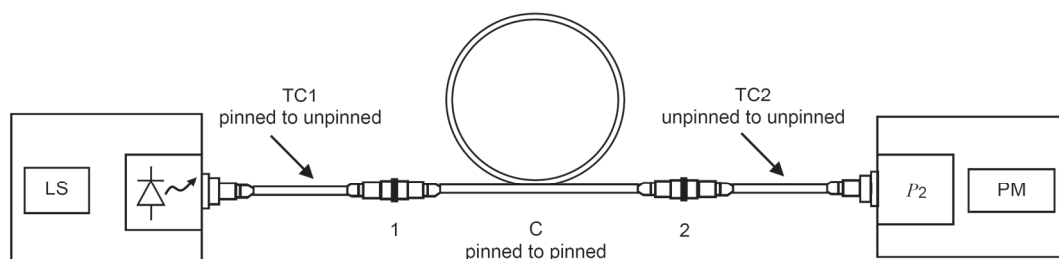
- Die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät mit Stecker werden mit dem Einkoppelkabel (TC1 und TC2) nach Bild A.5 verbunden.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
- TC1 wird am Adapter von TC2 getrennt.
 - TC1 darf nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle getrennt werden.
- Das Prüfkabel der Lichtquelle TC1 wird mit TC3 verbunden. Das Empfangskabel (TC2) bleibt mit dem Leistungsmessgerät verbunden.
- TC3 und TC2 werden mit der zu prüfenden Verkabelung zu verbinden, wie in Bild A.6 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.



Legende

- LS Lichtquelle
TC1 Einkoppelkabel
PM Leistungsmessgerät (mit Stecker)

Bild A.5 – Referenzmessung, Stecker-auf-Stecker-Verkabelung



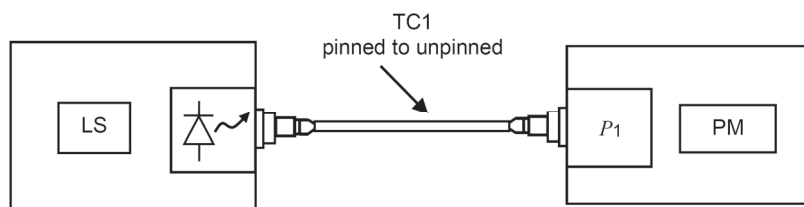
Legende

- LS Lichtquelle
TC1 Einkoppelkabel
C zu prüfende Verkabelung
TC2 Empfangskabel
PM Leistungsmessgerät (mit Stecker)

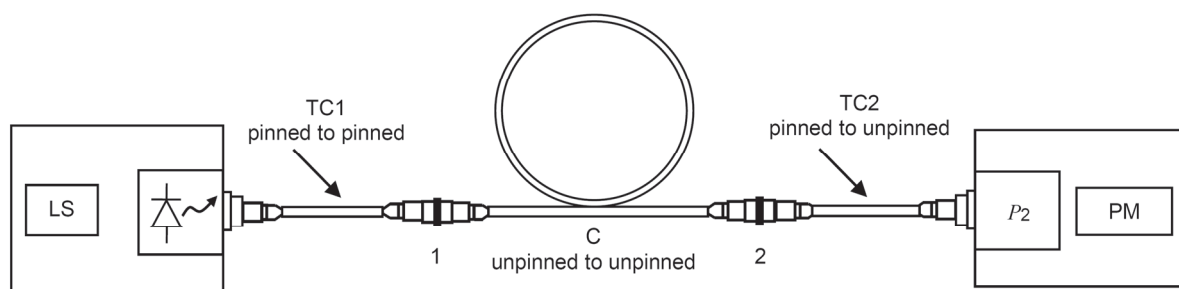
Bild A.6 – Prüfmessung, Stecker-auf-Stecker-Verkabelung

A.6 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung, Leistungsmessgerät mit Stecker und Stecker/Buchse-Prüfkabel (en: gender-neutral test cord)

- Die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät mit Stecker werden mit dem Stecker/Buchse-Einkoppelkabel (TC1), Stecker auf Buchse, nach Bild A.7 verbunden.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
- Das Leistungsmessgerät wird von TC1 getrennt und das ferne Ende von Buchse auf Stecker getauscht, damit es mit der zu prüfenden Verkabelung zusammenpasst.
 - TC1 darf nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle getrennt werden.
- Das Leistungsmessgerät mit Stecker wird mit dem Empfangskabel, Stecker auf Buchse, verbunden (TC2).
- TC1 und TC2 werden mit der zu prüfenden Verkabelung zu verbunden, wie in Bild A.8 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.

**Legende**

- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel (Stecker/Buchse, Stecker auf Buchse)
 PM Leistungsmessgerät (mit Stecker)

Bild A.7 – Referenzmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung**Legende**

- | | | | |
|-----|--|-----|--|
| LS | Lichtquelle | TC2 | Empfangskabel |
| TC1 | Einkoppelkabel (Stecker auf Stecker) | PM | Leistungsmessgerät (mit Stecker) |
| C | zu prüfende Verkabelung | 1 | Eingangsschnittstelle der zu prüfenden Verkabelung |
| 2 | Ausgangsschnittstelle der zu prüfenden Verkabelung | | |

Bild A.8 – Prüfmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung (Stecker/Buchse-TC1)**A.7 Berechnung**

Die Dämpfung A ist gegeben durch:

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

A.8 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung

Die dämpfenden Elemente sind in Bild A.1 bis Bild A.8 gekennzeichnet. Diese sind die Dämpfung der Verkabelung A_C und die verschiedenen Dämpfungswerte der Verbindungen in dB. Die aufgezeichnete Dämpfung A ist:

$$A = A_1 + A_2 + A_C \quad (\text{A.2})$$

Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieses Verfahrens und der anderen LSPM-Verfahren werden in Anhang I dargestellt.

Anhang B (normativ)

Verfahren mit drei Kabeln

B.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens

Die Messung nach dem Verfahren mit drei Kabeln schließt die Dämpfung beider Verbindungen zu der zu prüfenden Verkabelung aus. Es ist das ATM für die Messung der installierten Kabelanlage der Konfigurationen A_{MPO} bis C_{MPO} (siehe 4.2) und kann unter besonderen Umständen, oder wenn durch andere externe Normen vorgeschrieben, anstelle der in Anhang A und Anhang C beschriebenen Prüfverfahren angewendet werden.

In diesem Anhang werden die Prüfverfahren dargestellt, bei denen die Verkabelung an jedem Ende mit Buchsen, an einem Ende mit Stecker und am anderen Ende mit Buchse und an jedem Ende mit Steckern ausgeführt ist. Dieser Anhang stellt auch ein allgemeines Verfahren zur Prüfung eines Kanals mit dem Verfahren mit drei Kabeln dar.

Polaritätsmessungen sind an dieser Stelle nicht definiert und es wird erwartet, dass dies durch das LSPM automatisiert erfolgt und angegeben wird. Zu weiteren Angaben hinsichtlich der Polaritätsunterschiede enthält IEC 61282-15 weitere Angaben.

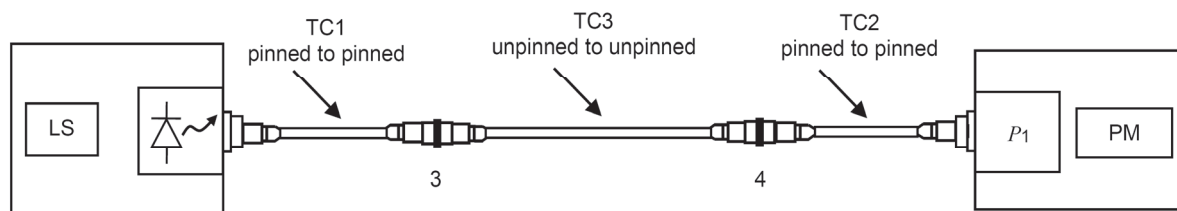
B.2 Gerätetechnische Ausrüstung

Lichtquelle, Leistungsmessgerät, Adapter und alle Prüfkabel müssen Abschnitt 6 entsprechen. Drei Prüfkabel werden verwendet: Einkoppel-, Austausch- und Empfangskabel. Die Dämpfungswerte der Verbindungen zwischen diesen Kabeln sind kritisch für die Unsicherheit der Messung.

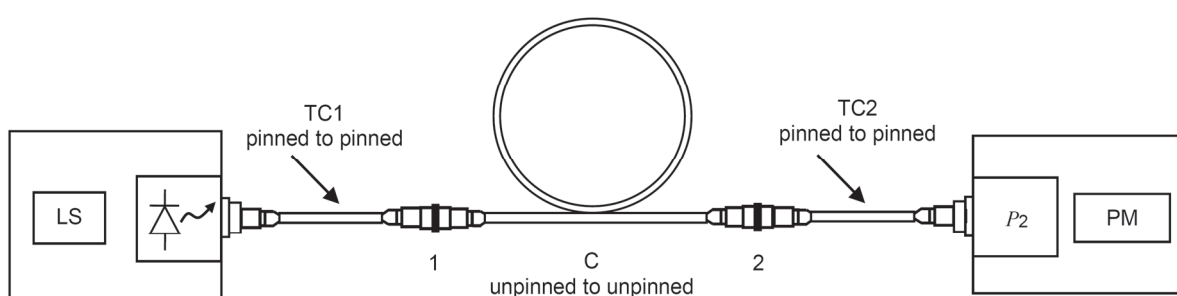
In den nachfolgenden Beispielen haben Lichtquelle und Leistungsmessgerät mit MPO-Buchsen als Steckgesicht, könnten jedoch auch einfach Stecker sein.

B.3 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung

- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden an die Lichtquelle bzw. das Leistungsmessgerät angeschlossen, wie es in Bild B.1 dargestellt ist.
- Das Austauschkabel (TC3) wird zwischen TC1 und TC2 angeschlossen.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
 - TC1 und TC2 dürfen nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle bzw. dem Leistungsmessgerät getrennt werden.
- Das Austauschkabel wird durch die zu prüfende Verkabelung ersetzt (dabei bleiben die Adapter an TC1 und TC2 angeschlossen), wie es in Bild B.2 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.

**Legende**

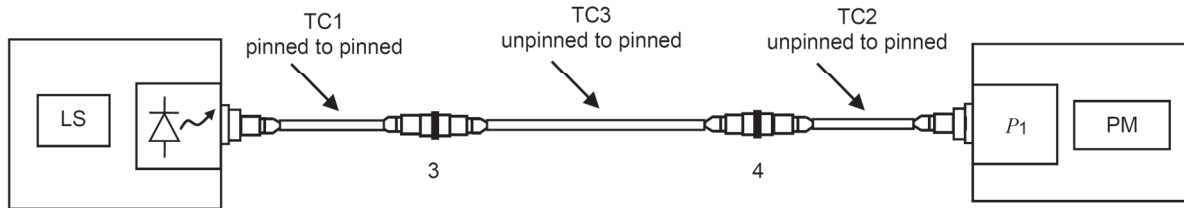
LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
TC3	Austauschkabel		

Bild B.1 – Referenzmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung**Legende**

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung		

Bild B.2 – Prüfmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung**B.4 Durchführung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung**

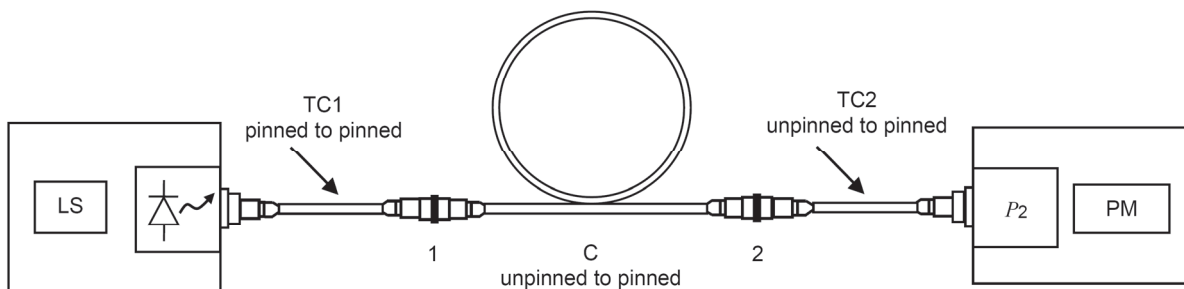
- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden an die Lichtquelle bzw. das Leistungsmessgerät angeschlossen, wie es in Bild B.3 dargestellt ist.
- Das Austausch kabel (TC3) wird zwischen TC1 und TC2 angeschlossen.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
 - TC1 und TC2 dürfen nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle bzw. dem Leistungsmessgerät getrennt werden.
- Das Austausch kabel wird durch die zu prüfende Verkabelung ersetzt (dabei bleiben die Adapter an TC1 und TC2 angeschlossen), wie es in Bild B.4 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.



Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
TC3	Austauschkabel		

Bild B.3 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung



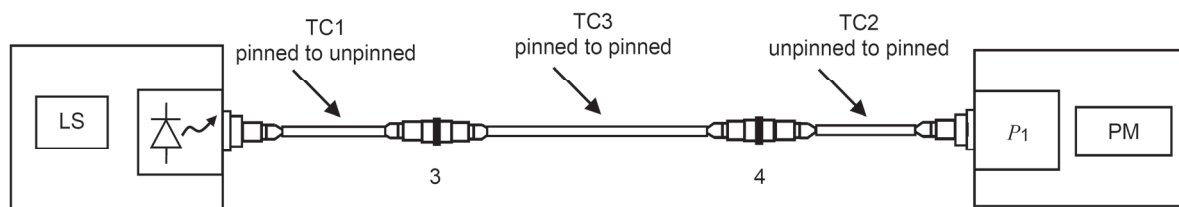
Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung		

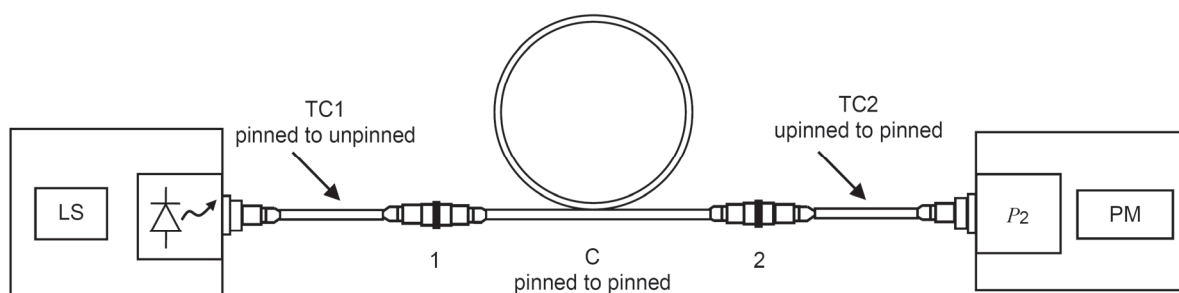
Bild B.4 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung

B.5 Durchführung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung

- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden an die Lichtquelle bzw. das Leistungsmessgerät angeschlossen, wie es in Bild B.5 dargestellt ist.
- Das Austauschkabel (TC3) wird zwischen TC1 und TC2 angeschlossen.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
 - TC1 und TC2 dürfen nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle bzw. dem Leistungsmessgerät getrennt werden.
- Das Austauschkabel wird durch die zu prüfende Verkabelung ersetzt (dabei bleiben die Adapter an TC1 und TC2 angeschlossen), wie es in Bild B.6 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.

**Legende**

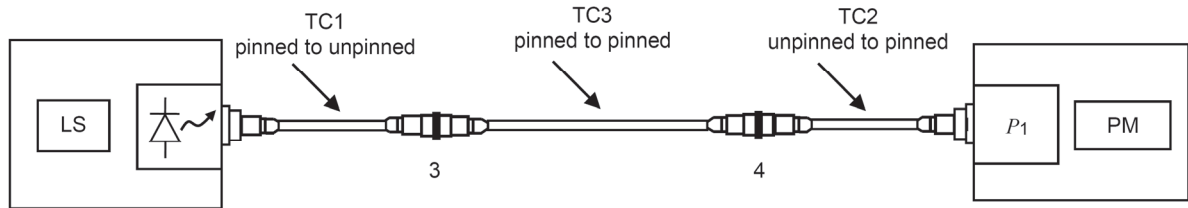
LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
TC3	Austauschkabel		

Bild B.5 – Referenzmessung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung**Legende**

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung		

Bild B.6 – Prüfmessung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung**B.6 Durchführung, Kanalprüfung (allgemeines)**

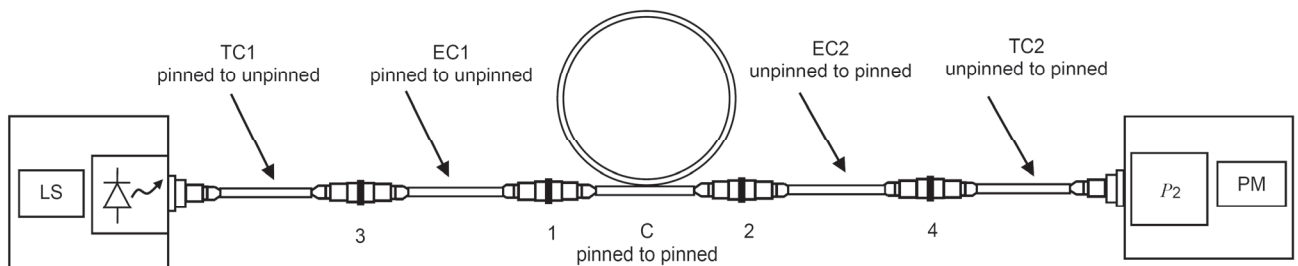
- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden an die Lichtquelle bzw. das Leistungsmessgerät angeschlossen, wie es in Bild B.7 dargestellt ist.
- Das Austausch kabel (TC3) wird zwischen TC1 und TC2 angeschlossen.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
 - TC1 und TC2 dürfen nicht ohne Wiederholung einer Referenzmessung von der Lichtquelle bzw. dem Leistungsmessgerät getrennt werden.
- Das Austausch kabel wird durch die zu prüfende Verkabelung ersetzt (dabei bleiben die Adapter an TC1 und TC2 angeschlossen), wie es in Bild B.8 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.



Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
TC3	Austauschkabel		

Bild B.7 – Referenzmessung, Kanalprüfung



Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät
C	zu prüfende Verkabelung	EC	Gerätekabel

Bild B.8 – Prüfmessung, Kanalprüfung

B.7 Berechnungen

Die Dämpfung A ist gegeben durch:

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

B.8 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung

Die dämpfenden Elemente sind in Bild B.1 bis Bild B.8 gekennzeichnet. Diese sind die Dämpfungswerte der Verkabelung A_C und die verschiedenen Dämpfungswerte der Verbindungen in dB. Die aufgezeichnete Dämpfung A ist:

$$A = A_1 + A_2 + A_C - A_3 - A_4 \quad (\text{B.2})$$

A_3 und A_4 sind die Dämpfungswerte der Verbindungen im Referenz-Prüfaufbau und enthalten zusammen die Dämpfung über die Länge von TC3, die vernachlässigbar ist.

Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieses Verfahrens und der anderen LSPM-Verfahren werden in Anhang I dargestellt.

Anhang C (normativ)

Verfahren mit zwei Kabeln

C.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens

Die Messung nach dem Verfahren mit zwei Kabeln schließt die Dämpfung einer Verbindung zu der zu prüfenden Verkabelung ein. Sie ist das ATM für die Messung an installierten Kabelanlagen der Konfigurationen A_{MPO} bis C_{MPO} (siehe 4.2). In diesem Anhang werden die Prüfverfahren dargestellt, bei denen die Verkabelung an jedem Ende mit Buchsen, an einem Ende mit Stecker und am anderen Ende mit Buchse und an beiden Enden mit Steckern ausgeführt ist. Das Verfahren mit zwei Kabeln wird für jede Konfiguration anstelle des Verfahrens mit einem Kabel angewendet, weil die Anschlussanordnung des Leistungsmessgerätes nicht mit der der zu prüfenden Verkabelung zusammenpasst.

Die Beispiele, die in diesem Anhang dargestellt werden, sind modifizierte Zwei-Kabel-Messungen, weil nach einer ersten Referenzmessung ein Adapterkabel bei der Messung der Verkabelung hinzukommt. Durch das zusätzliche Adapterkabel werden zwei Steckverbinderdämpfungen gemessen.

Polaritätsmessungen sind an dieser Stelle nicht definiert und es wird erwartet, dass dies durch das LSPM automatisiert erfolgt und angegeben wird. Zu weiteren Angaben hinsichtlich der Polaritätsunterschiede muss IEC TR 61282-15 in Bezug genommen werden.

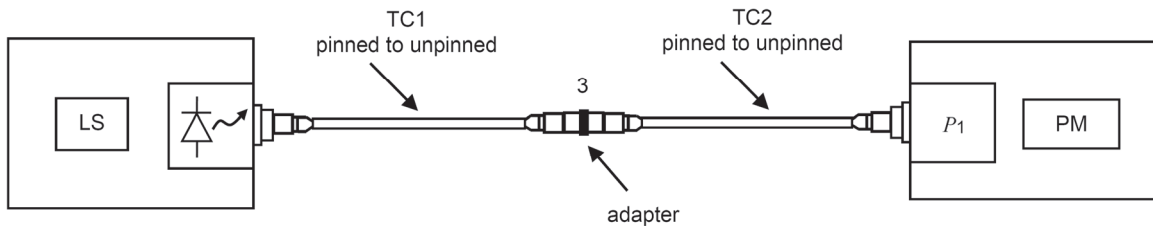
C.2 Gerätetechnische Ausrüstung

Lichtquelle, Leistungsmessgerät, Adapter, Einkoppel- und Empfangskabel müssen Abschnitt 6 entsprechen. Für jedes Beispiel wird ein kurzes Adapterkabel mit vernachlässigbarer Dämpfung verwendet.

Die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät haben in den nachfolgenden Beispielen MPO-Steckgesichter als Stecker oder Buchse. Das LSPM kann ebenso MPO-Steckgesichter als Buchse oder Stecker haben. Es werden jedoch nur Beispiele dargestellt, bei denen die Anschlussanordnung zwischen dem Leistungsmessgerät und der Verkabelung, die ein Verfahren mit zwei Kabeln darstellen, nicht kompatibel ist.

C.3 Durchführung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Stecker

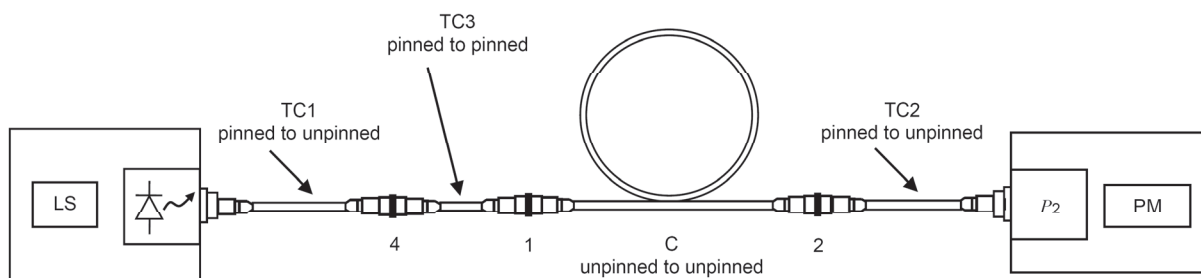
- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden mit der Lichtquelle und dem Leistungsmessgerät und untereinander verbunden, wie es in Bild C.1 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
- TC1 und TC2 werden getrennt.
 - TC1 darf nicht von Lichtquelle und TC2 darf nicht vom Leistungsmessgerät ohne Wiederholung einer Referenzmessung getrennt werden.
- Einbinden
 - der zu prüfenden Verkabelung nach Bild C.2,
 - des Adapterkabels und der zu prüfenden Verkabelung, wie in Bild C.2 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.



Legende

LS	Lichtquelle
TC1	Einkoppelkabel
PM	Leistungsmessgerät (mit Stecker)

Bild C.1 – Referenzmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung



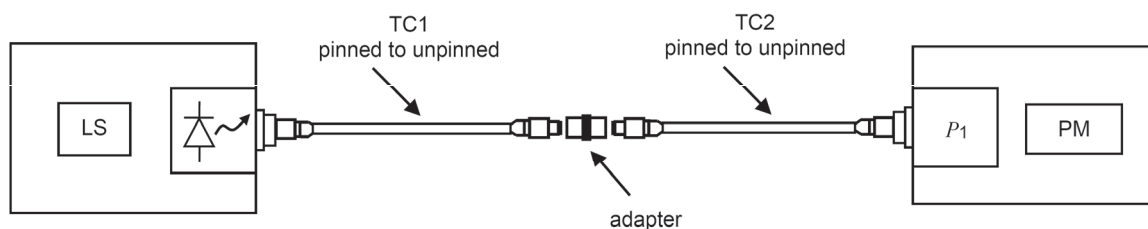
Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät (mit Stecker)
C	zu prüfende Verkabelung	TC3	Adapterkabel

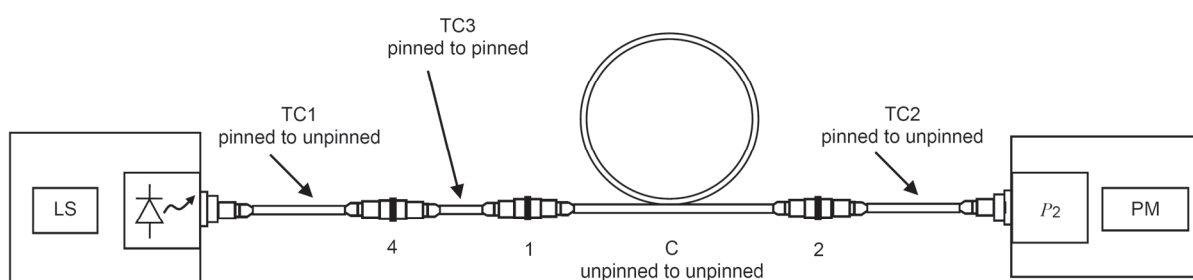
Bild C.2 – Prüfmessung, Buchse-zu-Buchse-Verkabelung

C.4 Durchführung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Stecker

- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden mit der Lichtquelle und dem Leistungsmessgerät und untereinander verbunden, wie es in Bild C.3 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
- TC1 und TC2 werden getrennt.
 - TC1 darf nicht von Lichtquelle und TC2 darf nicht vom Leistungsmessgerät ohne Wiederholung einer Referenzmessung getrennt werden.
- Einbinden
 - der zu prüfenden Verkabelung nach Bild C.4,
 - des Adapterkabels und der zu prüfenden Verkabelung, wie in Bild C.4 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.

**Legende**

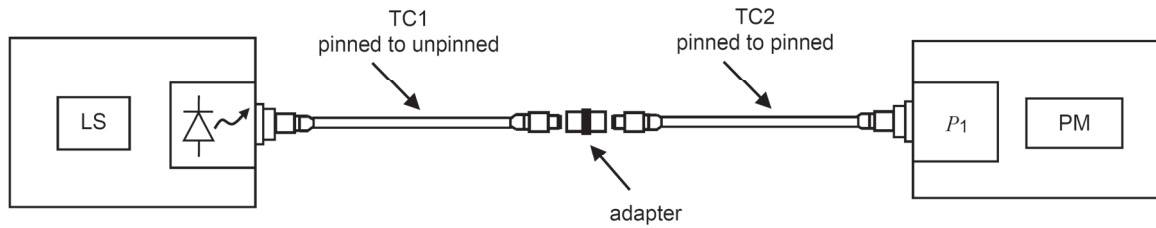
- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel
 PM Leistungsmessgerät (mit Stecker)

Bild C.3 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung**Legende**

- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel
 C zu prüfende Verkabelung
 TC2 Empfangskabel
 PM Leistungsmessgerät (mit Stecker)
 TC3 Adapterkabel

Bild C.4 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung**C.5 Durchführung, Stecker-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse**

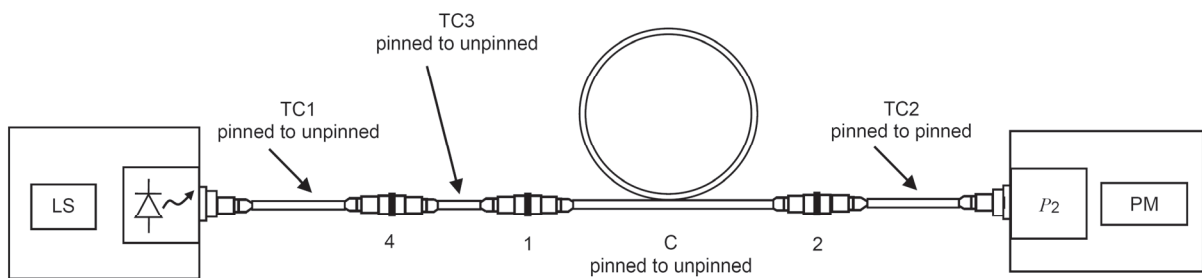
- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden mit der Lichtquelle und dem Leistungsmessgerät und untereinander verbunden, wie es in Bild C.5 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
- TC1 und TC2 werden getrennt.
 - TC1 darf nicht von Lichtquelle und TC2 darf nicht vom Leistungsmessgerät ohne Wiederholung einer Referenzmessung getrennt werden.
- Einbinden
 - der zu prüfenden Verkabelung nach Bild C.6,
 - des Adapterkabels und der zu prüfenden Verkabelung, wie in Bild C.6 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.



Legende

LS	Lichtquelle
TC1	Einkoppelkabel
PM	Leistungsmessgerät (mit Buchse)

Bild C.5 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung



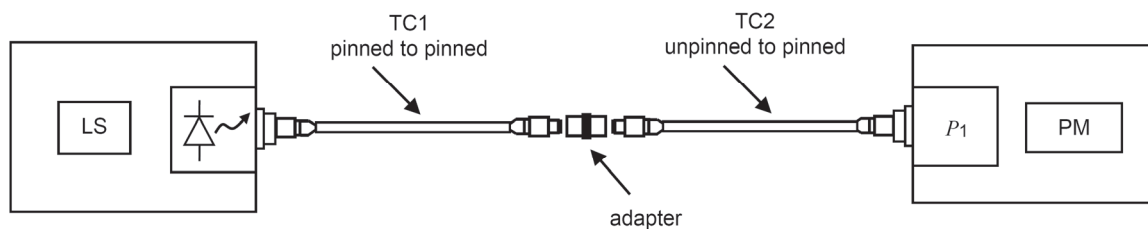
Legende

LS	Lichtquelle	TC2	Empfangskabel
TC1	Einkoppelkabel	PM	Leistungsmessgerät (mit Buchse)
C	zu prüfende Verkabelung	TC3	Adapterkabel

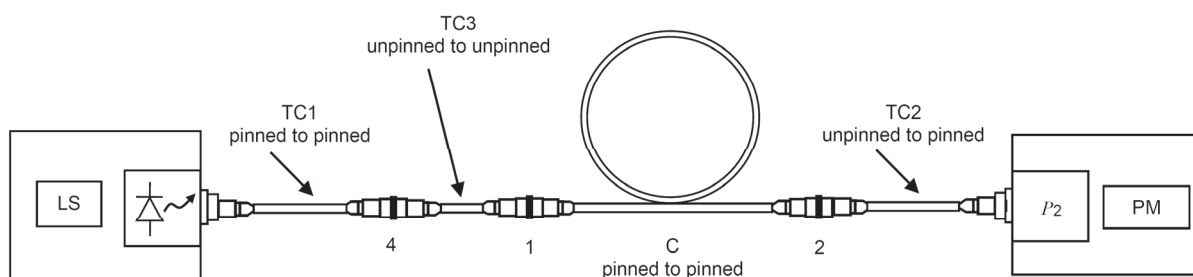
Bild C.6 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung

C.6 Durchführung, Stecker-zu-Stecker-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse

- Das Einkoppelkabel (TC1) und das Empfangskabel (TC2) werden mit der Lichtquelle und dem Leistungsmessgerät und untereinander verbunden, wie es in Bild C.7 dargestellt ist.
- Die gemessene optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet, dies ist die Referenzleistungsmessung.
- TC1 und TC2 werden getrennt.
 - TC1 darf nicht von Lichtquelle und TC2 darf nicht vom Leistungsmessgerät ohne Wiederholung einer Referenzmessung getrennt werden.
- Einbinden
 - der zu prüfenden Verkabelung nach Bild C.8,
 - des Adapterkabels und der zu prüfenden Verkabelung, wie in Bild C.8 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet, dies ist die Prüfleistungsmessung.

**Legende**

- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel
 PM Leistungsmessgerät (mit Buchse)

Bild C.7 – Referenzmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung**Legende**

- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel
 C zu prüfende Verkabelung
 TC2 Empfangskabel
 PM Leistungsmessgerät (mit Buchse)
 TC3 Adapterkabel

Bild C.8 – Prüfmessung, Buchse-zu-Stecker-Verkabelung**C.7 Berechnungen**

Die Dämpfung A ist gegeben durch:

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

C.8 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung

Die dämpfenden Elemente sind in Bild C.2, Bild C.4, Bild C.6 und Bild C.8 gekennzeichnet. Diese sind von der Verkabelung A_C und die verschiedenen Dämpfungen der Verbindungen in dB.

Für diese Fälle ist die aufgezeichnete Dämpfung A :

$$A = A_1 + A_2 + A_C + A_4 - A_3 \quad (\text{C.2})$$

A_3 und A_4 sind die Dämpfungswerte der Verbindungen im Referenz-Prüfaufbau und enthalten zusammen die Dämpfung über die Länge von TC3, die vernachlässigbar ist.

Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieses Verfahrens und der anderen LSPM-Verfahren werden in Anhang I dargestellt.

Anhang D (normativ)

Verfahren mit Gerätekabeln

D.1 Anwendbarkeit des Prüfverfahrens

Beim Verfahren mit Gerätekabeln werden die Dämpfung der zu prüfenden Verkabelung, die Dämpfungen der Verbindungen der Gerätekabel zu der zu prüfenden Verkabelung und die Dämpfung des Lichtwellenleiters in einem der Gerätekabel (EC2 in Bild D.2) gemessen. Die Dämpfungen der Gerätekabelverbindungen zur Ausrüstung werden nicht einbezogen. Sie ist das RTM für die Messung an installierten Kabelanlagen der Konfiguration D_{MPO} . Das Verfahren mit Gerätekabel ist nur geeignet, wenn beide Gerätekabel während der Prüfung vorhanden und nicht vor dem Einsatz ausgetauscht wurden und wird bei Verkabelungen angewendet, die von Stecker auf Stecker arbeiten und deren Gerätekabel an beiden Enden mit MPO-Buchsen abgeschlossen sind. Die Dämpfung des Lichtwellenleiters in den Gerätekabeln ist vernachlässigbar, wenn die Gerätekabel kurz sind.

D.2 Gerätetechnische Ausrüstung

Lichtquelle, Leistungsmessgerät und alle Prüfkabel müssen Abschnitt 6 entsprechen. Dieses Verfahren wird als Verfahren mit Gerätekabeln bezeichnet, weil das Einkoppelprüfkabel und die Gerätekabel des Kunden für die Referenzmessung verwendet werden. Ein zweites (Empfangs-)Kabel des Kunden wird allerdings benötigt. Vor dem Beginn der Prüfungen sollte das Betriebsverhalten der Prüfkabel und der Kundenkabel überprüft werden. Dazu werden das Prüf-, Empfangs- oder Kundenkabel mit dem Einkoppelkabel verbunden und die Dämpfung der Verbindung gemessen. Weitere Angaben enthält Anhang H.

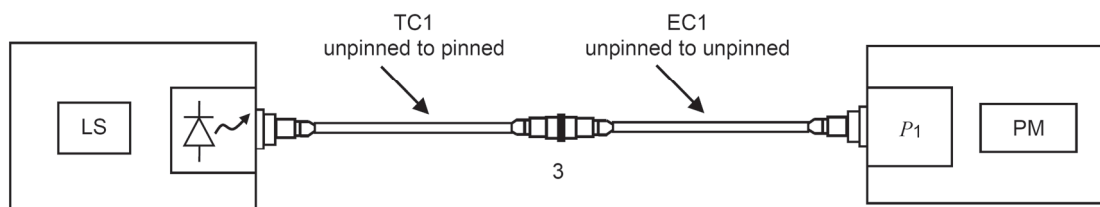
Bei diesem Verfahren ist es für die Referenzmessung erforderlich, dass das Einkoppelkabel und das Gerätekabel des Kunden in Reihe zwischen Lichtquelle und Leistungsmessgerät zu verbinden sind. Wenn die Prüfausrüstung nicht kompatibel mit der Kabelkonfiguration ist, siehe Verfahren mit drei Kabeln.

Dieses Verfahren setzt auch voraus, dass:

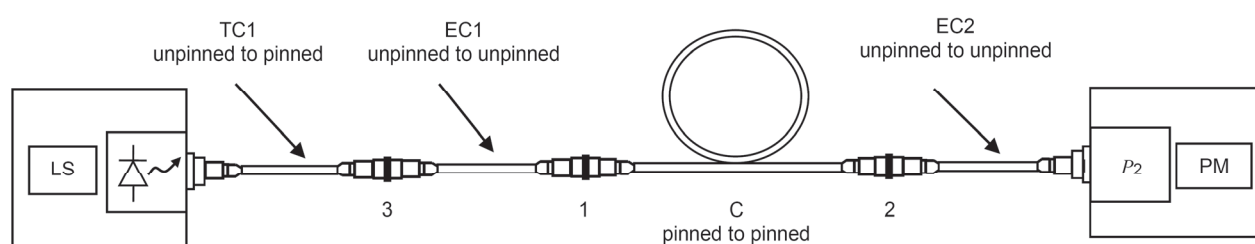
- der Steckverbinder am Leistungsmessgerät mit dem der zu prüfenden Verkabelung kompatibel ist, mit der das Gerätekabel EC1 in Bild D.1 verbunden wird. Gegebenenfalls kann ein Adapter, der keine zusätzliche Messunsicherheit verursacht, an das Leistungsmessgerät angeschlossen werden;
- das Einkoppelkabel und das Gerätekabel werden zwischen einer Referenzmessung und einer Prüfmessung nicht von der Lichtquelle getrennt;
- die Gerätekabel haben Buchsen an beiden Enden;
- die Verkabelung hat Stecker an beiden Enden;
- die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät sind (im nachfolgenden Beispiel) mit Steckern ausgerüstet.

D.3 Verfahren

- Die Lichtquelle und das Leistungsmessgerät werden mit dem Einkoppelkabel (TC1) und dem Gerätekabel (EC1) nach Bild D.1 verbunden.
- Die optische Leistung P_1 wird aufgezeichnet. Dies ist die Referenzleistungsmessung.
- Das Leistungsmessgerät wird von EC1 getrennt.
 - TC1 darf nicht von Lichtquelle und TC2 darf nicht von TC1 ohne Wiederholung einer Referenzmessung getrennt werden.
- Das Leistungsmessgerät wird mit dem Geräteempfangskabel (EC2) verbunden.
- TC1/EC1 und EC2 werden mit der zu prüfenden Verkabelung zu verbinden, wie in Bild D.2 dargestellt.
- Die gemessene optische Leistung P_2 wird aufgezeichnet. Dies ist die Prüfleistungsmessung.

**Legende**

- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel
 EC1 Geräteeinkoppelkabel
 PM Leistungsmessgerät

Bild D.1 – Referenzmessung**Legende**

- LS Lichtquelle
 TC1 Einkoppelkabel
 C zu prüfende Verkabelung
 EC1 Geräteeinkoppelkabel
 PM Leistungsmessgerät
 EC2 Geräteempfangskabel

Bild D.2 – Prüfmessung**D.4 Berechnung**

Die Dämpfung A ist gegeben durch:

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

D.5 Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung

Die dämpfenden Elemente sind in Bild D.1 und Bild D.2 gekennzeichnet. Diese sind die Dämpfung der Verkabelung A_C und die verschiedenen Dämpfungswerte der Verbindungen in dB. Die aufgezeichnete Dämpfung A ist:

$$A = A_1 + A_2 + A_C \quad (\text{D.2})$$

Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieses Verfahrens und der anderen LSPM-Verfahren werden in Anhang I dargestellt.

D.6 Typische Unsicherheitswerte

Typische Unsicherheitswerte wurden nach IEC TR 61282-14 unter Annahme der folgenden Bedingungen berechnet, die in 5.5 und 5.6 zu finden sind.