

## DIN EN IEC 61280-4-5



ICS 33.180.01

**Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –  
Teil 4-5: Installierte Kabelanlagen –  
Dämpfungsmessung an Lichtwellenleiter-Kabelanlagen mit  
MPO-Abschlüssen mittels Prüfeinrichtungen mit MPO-Steckgesichtern  
(IEC 61280-4-5:2020 + COR1:2022);  
Deutsche Fassung EN IEC 61280-4-5:2020 + AC:2022**

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 61280-4-5:2020 + COR1:2022);  
German version EN IEC 61280-4-5:2020 + AC:2022

Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –  
Partie 4-5: Installation câblée –  
Mesure de l'affaiblissement de l'installation câblée fibronique à terminaisons MPO utilisant  
un équipement d'essai avec interfaces MPO  
(IEC 61280-4-5:2020 + COR1:2022);  
Version allemande EN IEC 61280-4-5:2020 + AC:2022

Gesamtumfang 78 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2020-08-26 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2022-12-01.

Diese Norm enthält die Berichtigung EN IEC 61280-4-5:2020/AC:2022, die das Corrigendum 1:2022 zu IEC 61280-4-5:2020 übernimmt.

## Nationales Vorwort

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 61280-4-5:2019-05.*

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) und DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

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

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

 Das IEC-Corrigendum 1, von CENELEC angenommen als AC:2022, wurde eingearbeitet und mit den Änderungsmarken AC am Textanfang und Textende gekennzeichnet. 

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.

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.

Deutsche Fassung

Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –  
Teil 4-5: Installierte Kabelanlagen – Dämpfungsmessung  
an Lichtwellenleiter-Kabelanlagen mit MPO-Abschlüssen  
mittels Prüfeinrichtungen mit MPO-Steckgesichtern  
(IEC 61280-4-5:2020 + COR1:2022)

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 61280-4-5:2020 + COR1:2022)

Procédures d'essai des sous-systèmes de  
télécommunication fibroniques – Partie 4-5: Installation  
câblée – Mesure de l'affaiblissement de l'installation  
câblée fibronique à terminaisons MPO utilisant  
un équipement d'essai avec interfaces MPO  
(IEC 61280-4-5:2020 + COR1:2022)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2020-08-26 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Die Berichtigung AC:2022 tritt am 11. Februar 2022 zur Einarbeitung in die deutsche Fassung der EN in Kraft.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

## Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 86C/1669/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61280-4-5, erarbeitet vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“ wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 61280-4-5:2020 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop) 2021-05-26
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) 2023-08-26

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

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61280-4-5:2020 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

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

|                     |           |                                                       |
|---------------------|-----------|-------------------------------------------------------|
| IEC 60793-1-40      | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN IEC 60793-1-40.                   |
| IEC 60793-2         | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 60793-2.                          |
| IEC 60793-2-10      | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN IEC 60793-2-10.                   |
| IEC 60793-2-50      | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN IEC 60793-2-50.                   |
| IEC 60876-1:2014    | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 60876-1:2014 (nicht modifiziert). |
| IEC 61280-4-2       | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61280-4-2.                        |
| IEC 61300-3-6       | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61300-3-6.                        |
| IEC 61300-3-45      | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61300-3-45.                       |
| IEC 61745           | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61745.                            |
| IEC 61754-7 (Reihe) | ANMERKUNG | Harmonisiert in der Reihe EN IEC 61754-7.             |
| IEC 61755-3-31      | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61755-3-31.                       |

** Anerkennungsnotiz zu AC**

Der Text der Berichtigung IEC 61280-4-5:2020/COR1:2022 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als EN IEC 61280-4-5:2020/AC:2022-02 angenommen. 

## Anhang ZA (normativ)

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

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

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

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgelisteten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu)

| Publikation    | Jahr  | Titel                                                                                                                                                                                                                   | EN/HD            | Jahr  |
|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|
| IEC 60825      | Reihe | Safety of laser products                                                                                                                                                                                                | EN 60825         | Reihe |
| IEC 61280-1-3  | –     | Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement                                                                    | EN 61280-1-3     | –     |
| IEC 61280-4-1  | 2019  | Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement                                                                                             | EN IEC 61280-4-1 | 2019  |
| IEC 61300-3-35 | –     | Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers | EN 61300-3-35    | –     |
| IEC 61315      | –     | Calibration of fibre-optic power meters                                                                                                                                                                                 | EN IEC 61315     | –     |
| IEC 61746-1    | –     | Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 1: OTDR for single mode fibres                                                                                                                          | EN 61746-1       | –     |
| IEC 61746-2    | –     | Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 2: OTDR for multimode fibres                                                                                                                            | EN 61746-2       | –     |

## Inhalt

|                                                                                                                                          | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort.....                                                                                                                | 4     |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen..... | 6     |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                                                                                 | 13    |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                           | 13    |
| 3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....                                                                                                 | 13    |
| 3.1 Begriffe .....                                                                                                                       | 14    |
| 3.2 Grafische Symbole.....                                                                                                               | 16    |
| 3.3 Abkürzungen.....                                                                                                                     | 18    |
| 4 Prüfverfahren .....                                                                                                                    | 18    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                                                    | 18    |
| 4.2 Kabelkonfigurationen und geeignete Prüfverfahren.....                                                                                | 19    |
| 5 Überblick über Unsicherheiten.....                                                                                                     | 20    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                                                    | 20    |
| 5.2 Quellen wesentlicher Unsicherheiten .....                                                                                            | 21    |
| 5.3 Berücksichtigung des PM.....                                                                                                         | 21    |
| 5.4 Berücksichtigung der Klasse des Prüfkabel-Steckverbinders .....                                                                      | 21    |
| 5.5 Typische Unsicherheitswerte für die Mehrmodenprüfung.....                                                                            | 21    |
| 5.6 Typische Unsicherheitswerte für die Einmodenprüfung.....                                                                             | 23    |
| 6 Prüfaufbau .....                                                                                                                       | 25    |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                                                                    | 25    |
| 6.2 Lichtquelle.....                                                                                                                     | 25    |
| 6.2.1 Allgemeines .....                                                                                                                  | 25    |
| 6.2.2 Stabilität.....                                                                                                                    | 25    |
| 6.2.3 Spektralkennwerte (LSPM-Messung) .....                                                                                             | 25    |
| 6.3 Einkoppelkabel.....                                                                                                                  | 26    |
| 6.4 Empfangs- oder Nachlaufkabel .....                                                                                                   | 26    |
| 6.5 Austausch kabel.....                                                                                                                 | 27    |
| 6.6 Adapterkabel.....                                                                                                                    | 27    |
| 6.7 Leistungsmessgerät – nur LSPM-Verfahren .....                                                                                        | 28    |
| 6.8 OTDR-Prüfeinrichtung.....                                                                                                            | 28    |
| 6.9 Ausrüstung zur Reinigung und Sichtprüfung der Steckverbinder-Stirnflächen .....                                                      | 29    |
| 6.10 Kupplungen.....                                                                                                                     | 29    |
| 7 Durchführung .....                                                                                                                     | 29    |
| 7.1 Allgemeines .....                                                                                                                    | 29    |
| 7.2 Allgemeine Verfahren.....                                                                                                            | 30    |
| 7.2.1 Behandlung der Prüfkabel .....                                                                                                     | 30    |
| 7.2.2 Durchführung von Referenzmessungen.....                                                                                            | 30    |

|       |                                                                                                                                                                      |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2.3 | Sichtprüfung und Reinigung der Lichtwellenleiterenden in der Verkabelung.....                                                                                        | 30 |
| 7.2.4 | Durchführung der Messungen .....                                                                                                                                     | 30 |
| 7.2.5 | Durchführung der Berechnungen .....                                                                                                                                  | 30 |
| 7.2.6 | Mehrfaser- und bidirektionale Prüfung.....                                                                                                                           | 30 |
| 7.3   | Kalibrierung .....                                                                                                                                                   | 31 |
| 7.4   | Sicherheit.....                                                                                                                                                      | 31 |
| 8     | Berechnungen .....                                                                                                                                                   | 31 |
| 9     | Dokumentation.....                                                                                                                                                   | 31 |
| 9.1   | Angaben für jede Prüfung .....                                                                                                                                       | 31 |
| 9.2   | Angaben, die verfügbar zu halten sind .....                                                                                                                          | 31 |
|       | Anhang A (normativ) Verfahren mit einem Kabel.....                                                                                                                   | 32 |
| A.1   | Anwendbarkeit des Prüfverfahrens.....                                                                                                                                | 32 |
| A.2   | Prüfeinrichtung.....                                                                                                                                                 | 32 |
| A.3   | Durchführung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse.....                                                                            | 32 |
| A.4   | Durchführung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                                                                   | 33 |
| A.5   | Durchführung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....                                                   | 34 |
| A.6   | Durchführung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder und Steckverbinder/Buchse-Prüfkabel (en: gender-neutral test cord)..... | 35 |
| A.7   | Berechnung .....                                                                                                                                                     | 36 |
| A.8   | Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung .....                                                                                                                      | 36 |
|       | Anhang B (normativ) Verfahren mit drei Kabeln.....                                                                                                                   | 37 |
| B.1   | Anwendbarkeit des Prüfverfahrens.....                                                                                                                                | 37 |
| B.2   | Prüfaufbau .....                                                                                                                                                     | 37 |
| B.3   | Durchführung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung.....                                                                                                              | 37 |
| B.4   | Durchführung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung .....                                                                                                     | 38 |
| B.5   | Durchführung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung .....                                                                                             | 39 |
| B.6   | Durchführung, Kanalprüfung (allgemein) .....                                                                                                                         | 40 |
| B.7   | Berechnungen .....                                                                                                                                                   | 41 |
| B.8   | Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung .....                                                                                                                      | 41 |
|       | Anhang C (normativ) Verfahren mit Adapterkabel.....                                                                                                                  | 42 |
| C.1   | Anwendbarkeit des Prüfverfahrens.....                                                                                                                                | 42 |
| C.2   | Prüfaufbau .....                                                                                                                                                     | 42 |
| C.3   | Durchführung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder.....                                                                    | 42 |
| C.4   | Durchführung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder.....                                                            | 43 |
| C.5   | Durchführung für eine Steckverbinder-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                                                                   | 44 |
| C.6   | Durchführung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse.....                                                            | 46 |

|                                                                                                |                                                                                                     |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| C.7                                                                                            | Berechnungen.....                                                                                   | 47 |
| C.8                                                                                            | Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung.....                                                      | 47 |
| Anhang D (normativ) Verfahren mit Gerätekabeln .....                                           |                                                                                                     | 48 |
| D.1                                                                                            | Anwendbarkeit des Prüfverfahrens.....                                                               | 48 |
| D.2                                                                                            | Prüfaufbau .....                                                                                    | 48 |
| D.3                                                                                            | Verfahren .....                                                                                     | 48 |
| D.4                                                                                            | Berechnung .....                                                                                    | 49 |
| D.5                                                                                            | Bestandteile der aufgezeichneten Dämpfung.....                                                      | 49 |
| D.6                                                                                            | Typische Unsicherheitswerte.....                                                                    | 50 |
| Anhang E (normativ) Optisches Zeitbereichsreflektometer.....                                   |                                                                                                     | 51 |
| E.1                                                                                            | Anwendbarkeit des Prüfverfahrens.....                                                               | 51 |
| E.2                                                                                            | Prüfaufbau .....                                                                                    | 51 |
| E.2.1                                                                                          | Allgemeines .....                                                                                   | 51 |
| E.2.2                                                                                          | OTDR .....                                                                                          | 52 |
| E.2.3                                                                                          | Prüfkabel .....                                                                                     | 52 |
| E.3                                                                                            | Durchführung (Prüfverfahren).....                                                                   | 52 |
| E.4                                                                                            | Berechnung .....                                                                                    | 53 |
| E.4.1                                                                                          | Allgemeines .....                                                                                   | 53 |
| E.4.2                                                                                          | Lage der Verbindung.....                                                                            | 53 |
| E.4.3                                                                                          | Definition der Leistungspegel $F_1$ und $F_2$ .....                                                 | 54 |
| E.4.4                                                                                          | Alternative Berechnung .....                                                                        | 55 |
| E.5                                                                                            | OTDR-Unsicherheiten .....                                                                           | 57 |
| Anhang F (normativ) Anforderungen an die Kennwerte von Mehrmodenquellen .....                  |                                                                                                     | 58 |
| Anhang G (informativ) Angaben zur OTDR-Konfiguration.....                                      |                                                                                                     | 59 |
| G.1                                                                                            | Allgemeines .....                                                                                   | 59 |
| G.2                                                                                            | Weitere Messkonfigurationen .....                                                                   | 59 |
| G.2.1                                                                                          | Allgemeines .....                                                                                   | 59 |
| G.2.2                                                                                          | Messung bei Steckverbindern mit niedriger Rückflusdämpfung oder geringer Länge der Verkabelung..... | 59 |
| G.2.3                                                                                          | Messung mit APC-Steckverbindern .....                                                               | 61 |
| Anhang H (informativ) Verifizierung der Dämpfung von Prüfkabel, Aufteilkabel und Kassette..... |                                                                                                     | 63 |
| H.1                                                                                            | Allgemeines .....                                                                                   | 63 |
| H.2                                                                                            | Prüfaufbau .....                                                                                    | 63 |
| H.3                                                                                            | Allgemeines Verfahren .....                                                                         | 63 |
| H.3.1                                                                                          | Überblick.....                                                                                      | 63 |
| H.3.2                                                                                          | Verifizierung des Prüfkabels.....                                                                   | 64 |
| H.3.3                                                                                          | Verifizierung von Kassette und Aufteilkabel .....                                                   | 65 |
| H.4                                                                                            | Verifizierung des Prüfkabels vor der Messung der Verkabelung.....                                   | 66 |
| H.4.1                                                                                          | Allgemeines .....                                                                                   | 66 |
| H.4.2                                                                                          | Durchführung der Messung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung.....                                 | 66 |

|                     |                                                                                                                                              |    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| H.4.3               | Durchführung der Messung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung .....                                                                 | 67 |
| H.4.4               | Durchführung der Messung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung .....                                                         | 69 |
| Anhang I (normativ) | Verwendung von Prüfkabeln mit niedriger Dämpfungsstufe .....                                                                                 | 71 |
| I.1                 | Allgemeines .....                                                                                                                            | 71 |
| I.2                 | Praktische Konfigurationen und Annahmen .....                                                                                                | 71 |
| I.2.1               | Spezifikationen der Komponenten .....                                                                                                        | 71 |
| I.2.2               | Vereinbarungen .....                                                                                                                         | 72 |
| I.2.3               | Bezugsebenen .....                                                                                                                           | 72 |
| I.3                 | Einfluss der Verwendung von Prüfkabeln mit niedriger Dämpfungsstufe für empfohlene LSPM-Verfahren .....                                      | 73 |
| I.4                 | Beispiele für LSPM-Messungen .....                                                                                                           | 73 |
| I.4.1               | Beispiel 1: Konfiguration Au-u, Verfahren mit einem Kabel (1-C) (Anhang A) .....                                                             | 73 |
| I.4.2               | Beispiel 2: Konfiguration Du-u, Verfahren mit Gerätekabeln (EC) (Anhang D) .....                                                             | 74 |
| I.5                 | Auswirkung der Verwendung von Prüfkabeln der Referenzklasse für unterschiedliche Konfigurationen und Anwendung des OTDR-Prüfverfahrens ..... | 74 |
| I.5.1               | Verkabelungskonfigurationen Au-u, Ap-u und Ap-p .....                                                                                        | 74 |
| I.5.2               | Verkabelungskonfiguration Du-u .....                                                                                                         | 75 |
|                     | Literaturhinweise .....                                                                                                                      | 77 |

## **Bilder**

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 – Symbole für Steckverbinder und Geräte .....                                                                                     | 17 |
| Bild 2 – Symbol für die zu prüfende Verkabelung .....                                                                                    | 18 |
| Bild 3 – OTDR-Schaltbild mit externem optischem Schalter .....                                                                           | 29 |
| Bild A.1 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                                 | 33 |
| Bild A.2 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                                     | 33 |
| Bild A.3 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                         | 34 |
| Bild A.4 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                             | 34 |
| Bild A.5 – Referenzmessung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....         | 35 |
| Bild A.6 – Prüfmessung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....             | 35 |
| Bild A.7 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....                         | 36 |
| Bild A.8 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung (Steckverbinder/Buchse TC1) mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder ..... | 36 |
| Bild B.1 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....                         | 38 |
| Bild B.2 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....                             | 38 |
| Bild B.3 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....                 | 39 |

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild B.4 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....     | 39 |
| Bild B.5 – Referenzmessung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse ..... | 40 |
| Bild B.6 – Prüfmessung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....     | 40 |
| Bild B.7 – Referenzmessung für eine Kanalprüfung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                                 | 41 |
| Bild B.8 – Prüfmessung für eine Kanalprüfung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....                                     | 41 |
| Bild C.1 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....         | 43 |
| Bild C.2 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....             | 43 |
| Bild C.3 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder ..... | 44 |
| Bild C.4 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....     | 44 |
| Bild C.5 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....         | 45 |
| Bild C.6 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....             | 45 |
| Bild C.7 – Referenzmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....         | 46 |
| Bild C.8 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung mit Leistungsmessgerät mit Buchse .....             | 46 |
| Bild D.1 – Referenzmessung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....                                               | 49 |
| Bild D.2 – Prüfmessung mit Leistungsmessgerät mit Steckverbinder .....                                                   | 49 |
| Bild E.1 – OTDR-Verfahren .....                                                                                          | 53 |
| Bild E.2 – Lage der Anschlüsse der zu prüfenden Verkabelung .....                                                        | 54 |
| Bild E.3 – Grafische Konstruktion von $F_1$ und $F_2$ .....                                                              | 55 |
| Bild E.4 – Grafische Konstruktion von $F_1$ , $F_{11}$ , $F_{12}$ und $F_2$ .....                                        | 56 |
| Bild G.1 – Dämpfungsmessung mit Steckverbindern mit niedriger Rückflusdämpfung .....                                     | 60 |
| Bild G.2 – Dämpfungsmessung einer Verkabelung kurzer Länge .....                                                         | 61 |
| Bild G.3 – Dämpfungsmessung mit APC-MPO-Verbindungen .....                                                               | 62 |
| Bild H.1 – Ermittlung des Referenzleistungspegels $P_1$ .....                                                            | 64 |
| Bild H.2 – Ermittlung des Leistungspegels $P_2$ .....                                                                    | 65 |
| Bild H.3 – Ermittlung des Referenzleistungspegels $P_1$ .....                                                            | 65 |
| Bild H.4 – Ermittlung des Leistungspegels $P_2$ .....                                                                    | 66 |
| Bild H.5 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Buchse-Verkabelung .....                                                       | 66 |
| Bild H.6 – Schritt 1: Ermittlung des Referenzleistungspegels $P_1$ .....                                                 | 67 |
| Bild H.7 – Schritt 2: Verifizierung der Kabel, Ermittlung des Leistungspegels $P_2$ .....                                | 67 |
| Bild H.8 – Prüfmessung für eine Buchse-zu-Steckverbinder-Verkabelung .....                                               | 68 |
| Bild H.9 – Schritt 1: Ermittlung des Referenzleistungspegels $P_1$ .....                                                 | 68 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild H.10 – Schritt 2: Ermittlung des Leistungspegels $P_2$ .....                                   | 69 |
| Bild H.11 – Prüfmessung für eine Steckverbinder-zu-Steckverbinder-Verkabelung .....                 | 69 |
| Bild H.12 – Schritt 1: Ermittlung des Referenzleistungspegels $P_1$ .....                           | 70 |
| Bild H.13 – Schritt 2: Verifizierung der Kabel, Ermittlung des Leistungspegels $P_2$ .....          | 70 |
| Bild H.14 – Schritt 3: Verifizierung des Empfangskabels, Ermittlung des Leistungspegels $P_3$ ..... | 70 |
| Bild I.1 – Mit dem OTDR-Verfahren geprüfte Verkabelungskonfigurationen Au-u, Ap-u und Ap-p .....    | 75 |
| Bild I.2 – Mit dem OTDR-Verfahren geprüfte Verkabelungskonfigurationen Du-u .....                   | 76 |

## **Tabellen**

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 – Kabelkonfigurationen .....                                                                                      | 20 |
| Tabelle 2 – Prüfverfahren und Konfigurationen .....                                                                         | 20 |
| Tabelle 3 – Bias der Messung im Zusammenhang mit der Klasse des Prüfkabelsteckverbinders .....                              | 21 |
| Tabelle 4 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung desselben Photoempfängers .....                | 22 |
| Tabelle 5 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung verschiedener Photoempfänger .....             | 23 |
| Tabelle 6 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung desselben Photoempfängers .....              | 23 |
| Tabelle 7 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung verschiedener Photoempfänger .....           | 24 |
| Tabelle 8 – Spektralanforderungen .....                                                                                     | 25 |
| Tabelle D.1 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei Anwendung des Verfahrens mit Geräteketten .....                   | 50 |
| Tabelle I.1 – Einstellung des Bias der Messung bei Verwendung von Prüfkabeln mit niedriger Dämpfungsstufe .....             | 73 |
| Tabelle I.2 – Anpassung der Akzeptanzzahl bei Verwendung von Prüfkabeln mit niedriger Dämpfungsstufe – OTDR-Verfahren ..... | 75 |

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61280 gilt für die Messung der Dämpfung und die 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, Kupplungen, Spleiße 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 Kategorien B-652 und B-657 ( $9/125 \mu\text{m}$ ), 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. Dieses Dokument enthält keine Beschreibung von Verkabelungen, die nicht ausschließlich von MPO zu MPO verlaufen.

## 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 (alle Teile), *Safety of laser products*

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

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

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, graphischen Symbole und Abkürzungen.

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

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

## 3.1 Begriffe

### 3.1.1

#### **Kupplung**

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

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.4]

### 3.1.2

#### **alternatives Prüfverfahren**

##### **ATM**

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

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

### 3.1.3

#### **Dämpfung**

$A$

Verringerung der optischen Leistung durch die Übertragung über ein Medium, wie zum Beispiel eine Kabelanlage, angegeben als  $A$ :

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

Dabei sind

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

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

### 3.1.4

#### **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

#### **Steckverbindersatz**

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 TR 62614-2:2015, 3.3, modifiziert – die Wörter „radial gewichtet“ wurden aus der Definition gestrichen.]

### 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

#### **niedrige Dämpfungsstufe**

Steckverbinder und Stecker, deren Dämpfung einer Verbindung durch Zusammenstecken von zwei derartigen Baugruppen niedriger und reproduzierbarer als ein Abschluss der Standardklasse ist (in diesem Dokument Klasse B)

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

### 3.1.11

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

### 3.1.12

#### **MPO-Steckverbinder**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Beschreibung siehe IEC 61754-7 (alle Teile).

### 3.1.13

#### **optischer Schalter**

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

[QUELLE: IEC 60876-1:2014, 3.2.1]

### 3.1.14

#### **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

### 3.1.15

#### **Steckverbinder**

Steckerseite eines Steckverbinders

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.2]

### 3.1.16

#### **Polarität**

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

### 3.1.17

#### **Bezugsebene**

theoretische Ebene ohne Maßabweichungen zur Teilung des Raumes

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

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

### 3.1.18

#### **Referenzprüfverfahren**

##### **RTM**

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

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

### 3.1.19

#### **Prüfkabel**

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

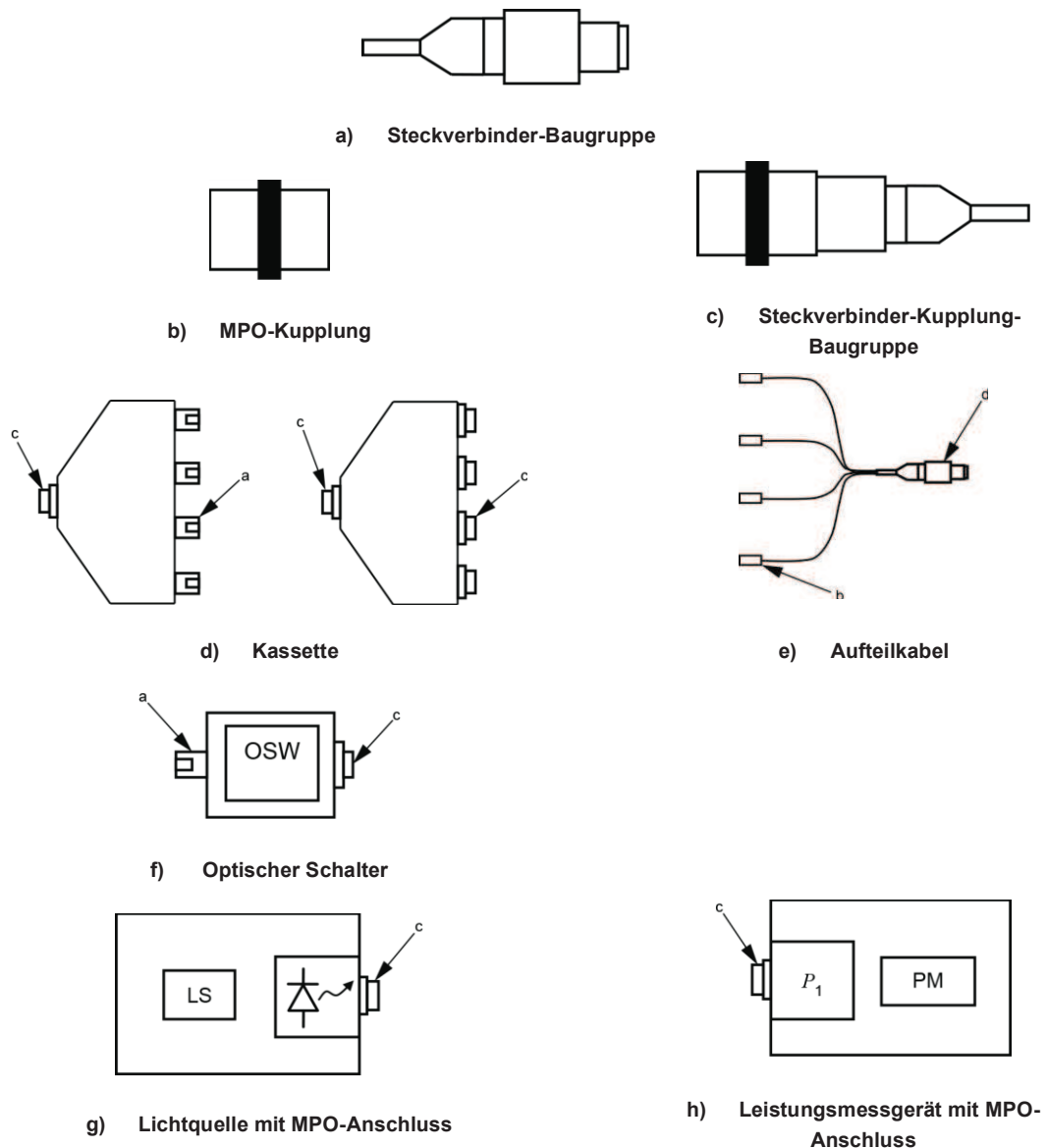
Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt fünf Typen von Prüfkabeln:

- Einkoppelkabel: verwendet, um die Lichtquelle mit der Verkabelung zu verbinden;
- Empfangskabel: verwendet, um die Verkabelung mit dem Leistungsmessgerät zu verbinden (nur 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 Prüfkfiguration;
- Austausch kabel: ein Prüfkabel, in einer Referenzmessung verwendet, das während der Dämpfungsmessung der zu prüfenden Verkabelung ersetzt wird.

## 3.2 Grafische Symbole

In den Bildern 1a) bis 1h) sind grafische Symbole für verschiedene Verbindungsoptionen dargestellt, die aus IEC TR 61282-15 und IEC 61280-4-1 angepasst wurden und die Steckmöglichkeiten zeigen. Zu weiteren grafischen Symbolen, die in diesem Dokument verwendet werden, siehe IEC TR 61930.

ANMERKUNG MPO-Steckverbinder 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.



#### Legende

|   |                           |    |                              |
|---|---------------------------|----|------------------------------|
| a | Einzelfaserbuchse         | d  | MPO-Steckverbinder-Baugruppe |
| b | Einzelfasersteckverbinder | LS | Lichtquelle                  |
| c | MPO-Kupplung/Buchse       | PM | Leistungsmessgerät           |

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

#### Bild 1 – Symbole für Steckverbinder und Geräte

In den Bildern, die die Messkonfigurationen in den Anhängen A bis C darstellen, wird die zu prüfende Verkabelung durch eine in Bild 2 gezeigte 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 Kupplungen dargestellt.

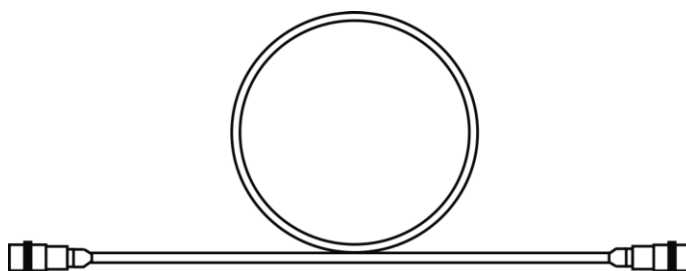


**Bild 2 – Symbol für die zu prüfende Verkabelung**

### 3.3 Abkürzungen

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

## 4 Prüfverfahren

### 4.1 Allgemeines

Es sind fünf Prüfverfahren vorgesehen. Die fünf Prüfverfahren 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 Adapterkabel (Anhang C);
- Verfahren mit Gerätekabel (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 Faser, 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 gewöhnlich als „Aufnehmen des Referenzpegels der Leistung“ oder „Normierung“ 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 Adapterkabel schließt die Dämpfung von Verbindungen an beiden Enden der zu prüfenden Verkabelung ein.

**[AC]** Das Verfahren mit Gerätekabel schließt die Dämpfung der Verbindungen zwischen den Gerätekabeln und der festen Verkabelung sowie die Dämpfung des Lichtwellenleiters in einem der Gerätekabel ein, schließt jedoch die mit den Steckverbindern, die mit dem Gerät verbunden werden, zusammenhängende Dämpfung aus. **[AC]**

Die höchstzulässige 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 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-Messkurve) 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, die allen Verfahren gemeinsam sind, werden in den Abschnitten 6, 7 und 8 angegeben. 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 enthält eine Beschreibung, wie Polarität und Länge bestimmt werden können.

## 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-Steckverbinderteilen mit festen Führungsstiften (im Folgenden: Steckverbinder) abgeschlossen ist, müssen die Prüfkabel mit einem MPO-Buchsenteil ohne Führungsstifte (im Folgenden: Buchse) abgeschlossen sein. Wenn die Verkabelung mit MPO-Buchsen abgeschlossen ist, müssen die Prüfkabel mit MPO-Steckverbindern abgeschlossen sein. Installationsstrecken mit MPO-auf-Nicht-MPO-Kassetten können mit LSPM mit MPO-Steckgesichtern geprüft werden. Auf der Seite des Leistungsmessgeräts wird jedoch ein Nicht-MPO-zu-MPO-Empfangskabel (z. B. Aufteilkabel) benötigt.

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                                                            |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Au-u          | Installationsstrecke mit MPO-Buchsen.                                   |
| Ap-u          | Installationsstrecke mit einem MPO-Steckverbinder und einer MPO-Buchse. |
| Ap-p          | Installationsstrecke mit MPO-Steckverbindern.                           |
| Du-u          | Installationsstrecke mit MPO-Buchsen.                                   |

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

Die Verkabelungskonfiguration legt die Prüfverfahren fest, die wie in Tabelle 2 beschrieben, angewendet werden sollten. Das Referenzprüfverfahren (RTM) bietet die höchste Messgenauigkeit. Das alternative Prüfverfahren (ATM) 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 Kupplungen der niedrigen Dämpfungsstufe angewendet werden, wie in 6.3, 6.4, 6.5 und 6.9 beschrieben.

**Tabelle 2 – Prüfverfahren und Konfigurationen**

| Konfiguration    | RTM                    | ATM                                                          |
|------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Au-u, Ap-u, Ap-p | Anhang A (1 Kabel)     | Anhang B (3 Kabel), Anhang C (Adapterkabel), Anhang E (OTDR) |
| Du-u             | Anhang D (Gerätekabel) | Anhang B (3 Kabel), Anhang E (OTDR)                          |

Bilder, auf denen die Bezugsebenen für die zu prüfende Verkabelung dargestellt sind, siehe IEC 61280-4-1:2019.

## 5 Überblick über Unsicherheiten

### 5.1 Allgemeines

Die Messunsicherheiten sollten 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

Außer für das Verfahren mit Gerätekabeln zeigen Berechnungen nach IEC TR 61282-14, dass die Quelle der Unsicherheit hauptsächlich mit der Steck-Reproduzierbarkeit der Steckverbinder zusammenhängt. Für das Verfahren mit Gerätekabeln hängen die Quellen der Unsicherheiten für Mehrmoden-Kabelanlagen hauptsächlich mit Unsicherheiten zusammen, die durch Einkoppelbedingungen, Quelleninstabilität und die Wellenlänge der optischen Quelle erzeugt werden. Bei Verwendung von Leistungsmessgeräten mit mehreren Photodioden muss die Unsicherheit der absoluten Kalibrierung der Leistungsmessgeräte berücksichtigt werden. Referenz siehe IEC TR 61282-14:2019, 5.2.5 und C.2.8, und Unsicherheitswerte siehe Tabelle 5 und Tabelle 7.

## 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

Prüfkabel für Mehrmoden- und Einmodenprüfungen können verschiedene Klassen besitzen (z. B. niedrige Dämpfungsstufe gegenüber Klasse B), in diesem Fall müssen zwei Messbedingungen berücksichtigt werden. Die Verwendung von Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe an den Prüfkabeln führt einen Bias der Messung ein, der berücksichtigt werden muss, jedoch die Messunsicherheit verringert. Steckverbinder der Klasse B führen keinen Bias der Messung ein, haben aber eine höhere Messunsicherheit, die manchmal den eigentlichen Dämpfungsmesswert überschreitet (siehe Tabelle 3 und Anhang I).

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

| Klasse des Prüfkabelabschlusses | Klasse des Verkabelungs- und Gerätekabelabschlusses | Bias der Messung                                                       | Gesamtunsicherheit                                                             |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Niedrige Dämpfungsstufe         | Klasse B                                            | In den meisten Fällen ist die Messung optimistisch (siehe Tabelle I.1) | Siehe Tabelle 4 bis Tabelle 7                                                  |
| Klasse B                        | Klasse B                                            | Keine                                                                  | Unsicherheitswerte sind höher als bei Prüfkabeln 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 desselben Photoempfängers im Leistungsmessgerät für die Messung der Referenzleistung und für die Messung der Dämpfungsleistung; die Polarität der Referenzmessung ist die gleiche wie bei der zu prüfenden Verkabelung;
- Zentroidalwellenlänge der Quelle (siehe IEC 61280-1-3):  $850 \text{ nm} \pm 25 \text{ nm}$ ;
- Quellenpegel:  $\geq -20 \text{ dBm}$  ( $0,01 \text{ mW}$ );
- Stabilität der Quelle:  $\pm 0,10 \text{ dB}$  ( $k = 2$ );

- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-10, Unterkategorie A1-OMxa.

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

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

**Tabelle 4 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung desselben Photoempfängers**

| Gemessene Dämpfung der Verkabelung                                                                                            | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe |                |           | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse B |                |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| dB                                                                                                                            | dB                                                                                                        |                |           | dB                                                                                        |                |           |
|                                                                                                                               | Anhang A                                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  | Anhang A                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  |
|                                                                                                                               | (1 Kabel)                                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) | (1 Kabel)                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) |
| 0,5                                                                                                                           | 0,60                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 1,0                                                                                                                           | 0,60                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 1,5                                                                                                                           | 0,61                                                                                                      | 0,84           | 0,84      | 1,25                                                                                      | 1,76           | 1,76      |
| 2,0                                                                                                                           | 0,62                                                                                                      | 0,85           | 0,85      | 1,25                                                                                      | 1,76           | 1,76      |
| 2,5                                                                                                                           | 0,64                                                                                                      | 0,86           | 0,86      | 1,26                                                                                      | 1,76           | 1,76      |
| 3,0                                                                                                                           | 0,65                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,27                                                                                      | 1,77           | 1,77      |
| 3,5                                                                                                                           | 0,67                                                                                                      | 0,89           | 0,89      | 1,28                                                                                      | 1,78           | 1,78      |
| Wenn die Unsicherheit höher ist als die gemessene Dämpfung, sollte der Unsicherheitswert verwendet oder aufgezeichnet werden. |                                                                                                           |                |           |                                                                                           |                |           |
| ANMERKUNG Für den Zweck dieser Tabelle stellt die Dämpfung der Faser 23,5 % der Gesamtdämpfung dar.                           |                                                                                                           |                |           |                                                                                           |                |           |

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

- PM: Benutzung eines anderen Photoempfängers für die Prüfmessung als für die Referenzmessung, so dass sich die zweifache PM-Unsicherheit von  $\pm 0,2$  dB ( $\pm 4,6$  %) ergibt;
- Zentroidalwellenlänge der Quelle (siehe IEC 61280-1-3): 850 nm  $\pm$  25 nm;
- Quellenpegel:  $\geq -20$  dBm (0,01 mW);
- Stabilität der Quelle:  $\pm 0,10$  dB ( $k = 2$ );
- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-10, Unterkategorie A1-OMxa.

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

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

**Tabelle 5 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 850 nm und Benutzung verschiedener Photoempfänger**

| Gemessene Dämpfung der Verkabelung                                                                                            | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe |                |           | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse B |                |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| dB                                                                                                                            | dB                                                                                                        |                |           | dB                                                                                        |                |           |
|                                                                                                                               | Anhang A                                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  | Anhang A                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  |
|                                                                                                                               | (1 Kabel)                                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) | (1 Kabel)                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) |
| 0,5                                                                                                                           | 0,66                                                                                                      | 0,88           | 0,88      | 1,28                                                                                      | 1,77           | 1,77      |
| 1,0                                                                                                                           | 0,66                                                                                                      | 0,88           | 0,88      | 1,28                                                                                      | 1,77           | 1,77      |
| 1,5                                                                                                                           | 0,67                                                                                                      | 0,88           | 0,88      | 1,28                                                                                      | 1,78           | 1,78      |
| 2,0                                                                                                                           | 0,68                                                                                                      | 0,89           | 0,89      | 1,29                                                                                      | 1,78           | 1,78      |
| 2,5                                                                                                                           | 0,70                                                                                                      | 0,90           | 0,90      | 1,29                                                                                      | 1,79           | 1,79      |
| 3,0                                                                                                                           | 0,71                                                                                                      | 0,92           | 0,92      | 1,30                                                                                      | 1,79           | 1,79      |
| 3,5                                                                                                                           | 0,73                                                                                                      | 0,93           | 0,93      | 1,31                                                                                      | 1,80           | 1,80      |
| Wenn die Unsicherheit höher ist als die gemessene Dämpfung, sollte der Unsicherheitswert verwendet oder aufgezeichnet werden. |                                                                                                           |                |           |                                                                                           |                |           |
| ANMERKUNG Für den Zweck dieser Tabelle stellt die Dämpfung der Faser 23,5 % der Gesamtdämpfung dar.                           |                                                                                                           |                |           |                                                                                           |                |           |

## 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 desselben Photoempfängers im Leistungsmessgerät für die Messung der Referenzleistung und für die Messung der Dämpfungsleistung; die Polarität der Referenzmessung ist die gleiche wie bei der zu prüfenden Verkabelung;
- Zentroidalwellenlänge der Quelle, Referenz IEC 61280-1-3: 1 310 nm  $\pm$  20 nm;
- Quellenpegel:  $\geq -7$  dBm (0,2 mW);
- Stabilität der Quelle:  $\pm 0,10$  dB ( $k = 2$ );
- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-50, B-652 und B-657.

**Tabelle 6 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung desselben Photoempfängers**

| Gemessene Dämpfung der Verkabelung | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe |                |           | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse B |                |           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| dB                                 | dB                                                                                                        |                |           | dB                                                                                        |                |           |
|                                    | Anhang A                                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  | Anhang A                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  |
|                                    | (1 Kabel)                                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) | (1 Kabel)                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) |
| 0,5                                | 0,59                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,27                                                                                      | 1,54           | 1,77      |
| 1,0                                | 0,59                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,27                                                                                      | 1,54           | 1,77      |
| 1,5                                | 0,59                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,27                                                                                      | 1,54           | 1,77      |
| 2,0                                | 0,59                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,27                                                                                      | 1,54           | 1,77      |

| Gemessene Dämpfung der Verkabelung | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe |                |           | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse B |                |           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| dB                                 | dB                                                                                                        |                |           | dB                                                                                        |                |           |
|                                    | Anhang A                                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  | Anhang A                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  |
|                                    | (1 Kabel)                                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) | (1 Kabel)                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) |
| 2,5                                | 0,59                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,27                                                                                      | 1,54           | 1,77      |
| 3,0                                | 0,59                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,27                                                                                      | 1,54           | 1,77      |
| 3,5                                | 0,59                                                                                                      | 0,83           | 0,83      | 1,27                                                                                      | 1,54           | 1,77      |

Wenn die Unsicherheit höher ist als die gemessene Dämpfung, sollte der Unsicherheitswert verwendet oder aufgezeichnet werden.

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

- PM: Benutzung eines anderen Photoempfängers für die Prüfmessung als für die Referenzmessung, so dass sich die zweifache PM-Unsicherheit von  $\pm 0,2$  dB ( $\pm 4,6$  %) ergibt;
- Zentroidalwellenlänge der Quelle, Referenz IEC 61280-1-3:  $1\,310\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ ;
- Quellenpegel:  $\geq -7$  dBm (0,2 mW);
- Stabilität der Quelle:  $\pm 0,10$  dB ( $k = 2$ );
- Lichtwellenleiter: IEC 60793-2-50, B-652 und B-657.

**Tabelle 7 – Unsicherheit für eine gegebene Dämpfung bei 1 310 nm und Benutzung verschiedener Photoempfänger**

| Gemessene Dämpfung der Verkabelung | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern mit niedriger Dämpfungsstufe |                |           | Unsicherheitswerte bei 95 % und Benutzung von Prüfkabeln mit Steckverbindern der Klasse B |                |           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| dB                                 | dB                                                                                                        |                |           | dB                                                                                        |                |           |
|                                    | Anhang A                                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  | Anhang A                                                                                  | Anhang C       | Anhang B  |
|                                    | (1 Kabel)                                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) | (1 Kabel)                                                                                 | (Adapterkabel) | (3 Kabel) |
| 0,5                                | 0,66                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 1,0                                | 0,66                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 1,5                                | 0,66                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 2,0                                | 0,66                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 2,5                                | 0,66                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 3,0                                | 0,66                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |
| 3,5                                | 0,66                                                                                                      | 0,87           | 0,87      | 1,24                                                                                      | 1,75           | 1,75      |

Wenn die Unsicherheit höher ist als die gemessene Dämpfung, sollte die Unsicherheit verwendet oder aufgezeichnet werden.