

DIN EN 61746-2

ICS 33.180.99

Teilweiser Ersatz für
DIN EN 61746:2005-10
Siehe Anwendungsbeginn

**Kalibrierung optischer Rückstreumessgeräte (OTDR) –
Teil 2: OTDR für Mehrmodenfasern (IEC 61746-2:2010);
Deutsche Fassung EN 61746-2:2011**

Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) –
Part 2: OTDR for multimode fibres (IEC 61746-2:2010);
German version EN 61746-2:2011

Etalonnage des réflectomètres optiques dans le domaine de temps (OTDR) –
Partie 2: OTDR pour les fibres multimodes (CEI 61746-2:2010);
Version allemande EN 61746-2:2011

Gesamtumfang 47 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2011-01-02 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2011-09-01.

Daneben darf DIN EN 61746:2005-10 noch bis 2014-01-02 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61746-2:2007-04.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 412 „Kommunikationskabel (Kabel, Leitungen, Wellenleiter, Lichtwellenleiter, Komponenten, Zubehör und Anlagentechnik für die Nachrichten- und Informationsübertragung)“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 86 „Fibre optics“ erarbeitet.

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

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

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnietsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61746:2005-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einmoden-Kalibrierung wurde in DIN EN 61746-1 übernommen.
- b) Mehrmoden-Kalibrierung wurde in DIN EN 61746-2 übernommen.
- c) Durch diese Aufteilung konnte die Detaillierung verbessert werden.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61746: 2002-09, 2005-10

Kalibrierung optischer Rückstreuungsmessgeräte (OTDR) –
Teil 2: OTDR für Mehrmodenfasern
(IEC 61746-2:2010)

Calibration of optical time-domain
reflectometers (OTDR) –
Part 2: OTDR for multimode fibres
(IEC 61746-2:2010)

Etalonnage des réflectomètres optiques dans le
domaine de temps (OTDR) –
Partie 2: OTDR pour les fibres multimodes
(CEI 61746-2:2010)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2011-01-02 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2011 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61746-2:2011 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 86/336/CDV, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61746-2, ausgearbeitet von dem IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2011-01-02 als EN 61746-2 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61746:2005 teilweise.

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

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2011-10-02
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2014-01-02

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61746-2:2010 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 60793-1-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-1-1.
IEC 60793-1-40	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-1-40.
IEC 60794-1-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60794-1-2.
IEC 60825-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-1.
IEC 60825-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-2.
IEC 61280-1-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61280-1-3.
IEC 61280-2-10	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61280-2-10.
IEC 61300-3-6	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61300-3-6.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Symbole	6
4 Vorbereitung der Kalibrierung	11
4.1 Organisation	11
4.2 Rückverfolgbarkeit.....	11
4.3 Vorbereitung	12
4.4 Prüfbedingungen	12
4.5 Dokumentation	12
5 Abstandskalibrierung, Allgemeines	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Ortsfehlermodell	13
5.3 Verwendung der Kalibrierergebnisse	14
5.4 Messung der Faserlänge	15
6 Verfahren der Abstandskalibrierung.....	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Verfahren mit externer Quelle	16
6.2.1 Kurzbeschreibung und Vorteil	16
6.2.2 Ausrüstung	16
6.2.3 Kalibrierung der Messausrüstung	17
6.2.4 Messverfahren	18
6.2.5 Berechnungen und Ergebnisse.....	19
6.2.6 Messunsicherheit	20
6.3 Verfahren mit verketteten Fasern (Nutzung von Mehrmodenfasern)	22
6.3.1 Kurzbeschreibung und Vorteile	22
6.3.2 Ausrüstung	22
6.3.3 Messverfahren	23
6.3.4 Berechnungen und Ergebnisse.....	24
6.3.5 Messunsicherheit	24
6.4 Verfahren mit rückgekoppelter Verzögerungsleitung.....	26
6.4.1 Kurzbeschreibung und Vorteile	26
6.4.2 Ausrüstung	26
6.4.3 Messverfahren	27
6.4.4 Berechnung und Ergebnisse.....	28
6.4.5 Messunsicherheit	28

	Seite
7 Kalibrierung der vertikalen Skala, Allgemeines	30
7.1 Allgemeines	30
7.2 Dämpfungsverlustkalibrierung	30
7.2.1 Bestimmung des angezeigten Leistungspegels F	30
7.2.2 Entwicklung eines Prüfplans	31
7.3 Charakterisierung des Nahfeldes der OTDR-Quelle	32
7.3.1 Ziele und Referenzen	32
7.3.2 Verfahren	33
8 Kalibrierverfahren Dämpfungsunterschied	33
8.1 Allgemeines	33
8.2 Verfahren mit langer Faser	33
8.2.1 Kurze Beschreibung	33
8.2.2 Ausrüstung	33
8.2.3 Messverfahren	35
8.2.4 Berechnung und Ergebnisse	35
Anhang A (normativ) Rückgekoppelte Verzögerungsleitung für die Abstandskalibrierung	37
Anhang B (informativ) Mathematische Grundlagen	41
Literaturhinweise	44
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	45
Bilder	
Bild 1 – Definition der Dämpfungstotzone	6
Bild 2 – Darstellung des Ortsfehlers $\Delta L(L)$	14
Bild 3 – Ausrüstung für die Kalibrierung der Abstandsskala – Verfahren mit externer Quelle	17
Bild 4 – Aufbau zur Kalibrierung der Einfügeverzögerung des Systems	18
Bild 5 – Kalibrierung der Abstandsskala mit verketteten Fasern	22
Bild 6 – Abstandskalibrierung mit einer rückgekoppelten Verzögerungsleitung	26
Bild 7 – Durch die rückgekoppelte Verzögerungsleitung erzeugte OTDR-Kurve	27
Bild 8 – Bestimmung des Referenzpegels und des angezeigten Leistungspegels	31
Bild 9 – Bereich A, der empfohlene Bereich für Dämpfungsmessproben	32
Bild 10 – Mögliche Platzierung der Proben innerhalb von Bereich A	32
Bild 11 – Linearitätsmessung mit langer Faser	34
Bild 12 – Platzierung des Anfangs von D_1 außerhalb der Dämpfungs-Totzone	35
Bild A.1 – Rückgekoppelte Verzögerungsleitung	37
Bild A.2 – Messaufbau für die Messung der Schleifenlaufzeit T_b	38
Bild A.3 – Kalibrieraufbau für die Laufzeit T_a der Vorlauf-Faser	39
Tabellen	
Tabelle 1 – Zusätzliche Abstandsunsicherheiten	15
Tabelle 1 – Für die Definition des Bereichs A verwendete Dämpfungskoeffizienten	31

Einleitung

Als Voraussetzung für eine vollständige Kalibrierung nach den in dieser Norm beschriebenen Verfahren muss ein optisches Rückstreuungsmessgerät (en: optical time-domain reflectometers, OTDR) mindestens folgende Leistungsmerkmale besitzen:

- a) die Fähigkeit zur Messung von Fasern Typ A1a oder Typ A1b nach IEC 60793-2-10;
- b) einen programmierbaren Brechungsindex oder einen äquivalenten Parameter;
- c) die Fähigkeit, eine Kurve mit einer logarithmischen Leistungsskala und einer linearen Abstandsskala darzustellen;
- d) zwei Markierungen, die die Dämpfung und den Abstand zwischen zwei beliebigen Punkten auf der Kurvendarstellung abbilden können;
- e) die Fähigkeit, den absoluten Abstand (Ort) zur Nullabstandsreferenz des OTDR zu messen;
- f) die Fähigkeit, den angezeigten Leistungspegel relativ zu einem Referenzpegel (z. B. dem Abschneidepegel) zu messen.

Die Kalibrierverfahren, die in dieser Norm beschrieben sind, können denen ähneln, die im Teil 1 dieser Reihe angegeben sind. Jedoch gibt es Unterschiede: das Mischen unterschiedlicher Faser-Typen, die Anwendung von Modenformer oder die unterschiedliche Anordnung von Fasern. Dies führt zu unterschiedlichen Kalibrierverfahren, so wie zu unterschiedlichen Unsicherheitsauswertungen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61746 legt Verfahren für die Kalibrierung von optischen Mehrmoden-Rückstreuungsmessgeräten (OTDR) fest. Er beschreibt nur Messfehler und Messunsicherheiten von OTDRs. Die Prüfung der modalen Beschaffenheit der Laserquelle ist als wahlfreie Messung eingefügt.

Diese Norm beschreibt nicht die Korrektur der OTDR-Übertragungsfunktion.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

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

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

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

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

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die nachfolgenden Begriffe.

ANMERKUNG Die genauen Definitionen sollten IEC 60050-731 entnommen werden.

3.1

Dämpfung

A

Verlust

Rückgang der optischen Leistung in Dezibel (dB)

ANMERKUNG Wenn P_{Eingang} (W) die in ein Ende eines Faserabschnitts eintretende Leistung und P_{Ausgang} (W) die am anderen Ende austretende Leistung ist, dann ist die Dämpfung dieses Abschnitts gegeben durch:

$$A = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{Eingang}}}{P_{\text{Ausgang}}} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

[IEV 731-01-48, modifiziert]

3.2

Dämpfungskoeffizient

α

Dämpfung (3.1) einer Faser je Längeneinheit

[IEV 731-03-42, modifiziert]

3.3

Dämpfungstotzone

für ein reflektierendes oder dämpfendes Ereignis der Bereich nach dem Ereignis, für den die angezeigte Kurve von der ungestörten Rückstreukurve um mehr als einen gegebenen vertikalen Abstand ΔF abweicht

ANMERKUNG Die Dämpfungstotzone hängt von den folgenden Ereignisparametern ab: dem Reflexionsgrad, der Dämpfung, dem angezeigten Leistungspegel und dem Ort. Sie kann auch von einem Lichtwellenleiterbauteil vor dem Ereignis abhängen.

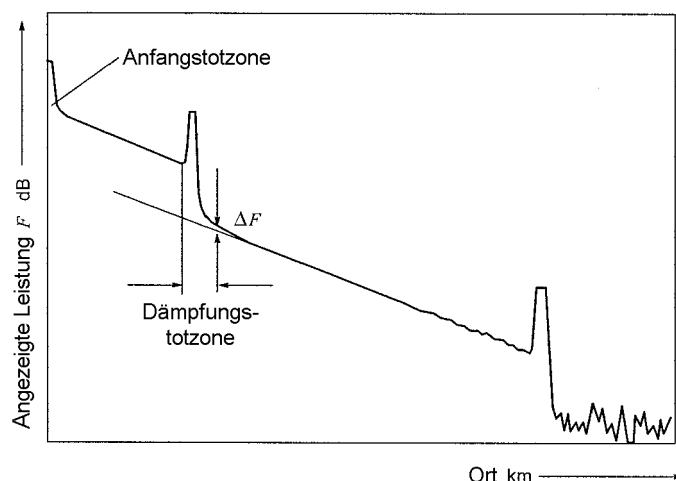


Bild 1 – Definition der Dämpfungstotzone

3.4

Kalibrierung

Tätigkeiten zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen den ausgegebenen Werten eines Messgerätes und den zugehörigen bekannten Werten dieser Messgröße unter festgelegten Bedingungen

ANMERKUNG Siehe *Internationales Wörterbuch der Metrologie* der ISO.

3.5

Zentroidalwellenlänge

λ_{avg}

leistungsgewichtete mittlere Wellenlänge einer Lichtquelle im Vakuum

[IEC 61280-1-3, Definition 2.1.4]

3.6

angezeigter Leistungspegel

F

Pegel, der auf der Leistungsskala des OTDR angezeigt wird

ANMERKUNG 1 Wenn es nicht anders festgelegt ist, wird F mit Bezug auf den Abschneidepegel definiert (siehe Bild 8).

ANMERKUNG 2 Gewöhnlich zeigt die OTDR-Skala den fünffachen logarithmischen Wert der empfangenen Leistung an zuzüglich eines konstanten Versatzes.

3.7

Abstand

D

Abstand zwischen zwei Merkmalen

ANMERKUNG Gewöhnlich in Meter ausgedrückt

3.8

Abstandsprobenfehler

ΔL_{sample}

größter Fehler des Abstandes (3.7), der dem Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Proben zugeordnet werden kann

ANMERKUNG 1 Gewöhnlich in Meter ausgedrückt

ANMERKUNG 2 Der Abstandsprobenfehler wiederholt sich von Natur aus dauernd, deshalb ist eine Möglichkeit seiner Quantifizierung die Angabe seiner Amplitude.

3.9

Abstandsskalenabweichung

ΔS_L

durchschnittlicher Fehler der Skala des Abstandes (3.7), das heißt die Differenz zwischen dem mittleren angezeigten Abstand $\langle D_{\text{otdr}} \rangle$ und dem entsprechenden Referenzabstand (3.27), D_{ref} , dividiert durch den Referenzabstand (3.27)

ANMERKUNG 1 Gewöhnlich in m/m ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 ΔS_L ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\Delta S_L = \frac{\langle D_{\text{otdr}} \rangle - D_{\text{ref}}}{D_{\text{ref}}} = \frac{\langle D_{\text{otdr}} \rangle}{D_{\text{ref}}} - 1 \quad (2)$$

Dabei ist $\langle D_{\text{otdr}} \rangle$ der angezeigte Abstand zwischen zwei (tatsächlichen oder simulierten) Ereignissen auf der Faser, gemittelt über mindestens einen Probenabstand.

3.10

Abstandsskalenfaktor

S_L

mittlerer angezeigter Abstand, dividiert durch den entsprechenden Referenzabstand (3.27)

ANMERKUNG 1 S_L ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$S_L = \frac{\langle D_{otdr} \rangle}{D_{ref}} \quad (3)$$

Dabei ist $\langle D_{otdr} \rangle$ der angezeigte Abstand zwischen zwei (tatsächlichen oder simulierten) Ereignissen auf der Faser, gemittelt über mindestens einen Probenabstand.

3.11

Unsicherheit der Abstandsskala

$u_{\Delta SL}$

Unsicherheit der Abstandsskalenabweichung (3.9)

ANMERKUNG 1 Gewöhnlich in m/m ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 $u_{\Delta SL}$ ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$u_{\Delta SL} = u \left(\frac{\langle D_{otdr} \rangle}{D_{ref}} - 1 \right) = u \left(\frac{\langle D_{otdr} \rangle}{D_{ref}} \right) \quad (4)$$

ANMERKUNG 3 In der obigen Gleichung ist $u(\)$ als die Standardunsicherheit von () zu verstehen.

3.12

Dynamikbereich bei 98 % (Einweg-)

Betrag der Faserdämpfung (3.1), der ein Rückstreusignal von gleicher Größe wie der Rauschpegel (3.24) bei 98 % bewirkt

ANMERKUNG Er kann dargestellt werden durch die Differenz zwischen dem extrapolierten Punkt der Rückstreu­kurve (am Schnittpunkt mit der Leistungsachse) und dem in Dezibel ausgedrückten Rauschpegel, unter Benutzung einer Norm-Faser der Kategorie A (siehe IEC 60793-2-10).

3.13

begrenzter Lichtstrom

EF

Teil der gesamten Nahfeld-Leistung zur gesamten Ausgangsleistung als Funktion der radialen Entfernung vom Kernmittelpunkt

3.14

Gruppenbrechzahl

N

Faktor, durch den die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum zu dividieren ist, um die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Lichtpulsen in der Faser zu erhalten

3.15

Ort

L

Abstand zwischen der OTDR-Frontplatte und einem Merkmal auf einer Faserstrecke

ANMERKUNG Gewöhnlich in Meter ausgedrückt.

3.16

Ortsabweichung

ΔL

angezeigter Ort (3.15) eines Merkmals, L_{otdr} , minus dem Referenzort (3.28), L_{ref}

ANMERKUNG 1 Gewöhnlich in Meter ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 Dieser Fehler ist eine Funktion des Ortes.

3.17

Ortsversatz

ΔL_0

konstanter Term des in dieser Norm benutzten Modells der Ortsabweichung (3.16)

ANMERKUNG 1 Gewöhnlich in Meter ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 Er entspricht ungefähr dem Ort des Steckverbinders der OTDR-Frontplatte auf der Abstandsskala des Geräts (bei einem idealen OTDR ist der Ortsversatz gleich null).

ANMERKUNG 3 Für ein ideales OTDR ist der Ortsversatz null.

3.18

Unsicherheit des Ortsversatzes

$u_{\Delta L_0}$

Unsicherheit des Ortsversatzes (3.17)

3.19

Unsicherheit der Ortsablesung

u_L Ablesung

Unsicherheit der Messproben des Ortes (3.15), verursacht sowohl durch den Abstandsprobenfehler (3.8) als auch die Unsicherheit Typ A der Messproben

3.20

Dämpfungsabweichung

ΔA

Differenz zwischen der angezeigten Dämpfung einer Lichtwellenleiterkomponente, A_{otdr} , und der Referenzdämpfung (3.29), A_{ref} , dividiert durch die Referenzdämpfung, in dB

ANMERKUNG 1 ΔA ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\Delta A = A_{\text{otdr}} - A_{\text{ref}} \quad (5)$$

ANMERKUNG 2 Die Dämpfungsabweichung hängt normalerweise vom angezeigten Leistungspegel F ab.

3.21

Dämpfungsunsicherheit

$u_{\Delta A}$

Unsicherheit der Dämpfungsabweichung (3.20), in dB

3.22

Dämpfungsabweichung

ΔS_A

Differenz zwischen der angezeigten Dämpfung einer Lichtwellenleiterkomponente, A_{otdr} , und der Referenzdämpfung (3.29), A_{ref} , dividiert durch die Referenzdämpfung (3.29), in dB/dB

ANMERKUNG 1 ΔS_A ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\Delta S_A = \frac{A_{\text{otdr}} - A_{\text{ref}}}{A_{\text{ref}}} \quad (6)$$

ANMERKUNG 2 Für weitere Einzelheiten siehe 7.1.

3.23

Modenformer

ein Fasersatz, der jede Leistungsverteilung, die seinem Eingang zugeführt wird, zu einer Ausgangs-Leistungsverteilung wandelt, die voll den Grenzen des begrenzten Lichtstromes entspricht

ANMERKUNG Für die Anwendungen dieser Norm sind die Grenzen des begrenzten Lichtstromes in IEC 61280-4-1 festgelegt.

3.24

Rauschpegel bei 98 %

obere Grenze eines Bereichs, der mindestens 98 % aller Rauschdaten enthält

3.25

Nichtlinearität

NL_{loss}

Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Wert der Dämpfungsabweichung (3.20), ΔA für einen gegebenen Bereich von Leistungspegeln, in dB

ANMERKUNG 1 Dies ist die Nichtlinearität einer logarithmischen Leistungsskala

ANMERKUNG 2 Die Nichtlinearität ist ein Beitrag zur Dämpfungsabweichung; sie hängt normalerweise vom angezeigten Leistungspegel und vom Ort ab.

3.26

empfangener Leistungspegel

P

Leistung, die am optischen Eingang des OTDR empfangen wird

3.27

Referenzabstand

D_{ref}

genauer Abstand (3.7), mit nach Internationaler oder Nationaler Norm kalibrierter Messausrüstung bestimmt

3.28

Referenzort

L_{ref}

Ort (3.15), mit nach Internationaler oder Nationaler Norm kalibrierter Messausrüstung bestimmt

3.29

Referenzdämpfung

A_{ref}

Dämpfung einer Lichtwellenleiterkomponente, mit nachweisbar nach Internationaler oder Nationaler Norm kalibrierter Messausrüstung bestimmt

3.30

effektiver Dynamikbereich (Einweg-)

Betrag der Faserdämpfung (3.1), der dazu führt, dass das Rückstreuungssignal gleich dem effektiven Rauschpegel (3.31) ist

ANMERKUNG Bei Annahme eines Gauss-verteilten Rauschens kann der effektive Dynamikbereich berechnet werden, indem zum Einweg-Dynamikbereich 1,56 dB addiert werden. Siehe effektiver Rauschpegel (3.31).

3.31

effektiver Rauschpegel

quadratischer Mittelwert des Rauschens

ANMERKUNG 1 Der effektive Rauschpegel kann generell nicht am OTDR abgelesen werden oder aus den Daten des OTDR ermittelt werden. Der Grund dafür ist, dass die Umwandlung linearer Werte in logarithmische Werte für die Anzeige des Leistungspegels auf einer dB-Skala den negativen Teil des Rauschens beseitigt.

ANMERKUNG 2 Bei Annahme eines normal verteilten Rauschens gilt folgende Gleichung für die Beziehung zwischen Rauschpegel und effektivem Rauschpegel:

$$Noise_{98} - Noise_{effektiv} = 5 \times \log_{10} (2,053\ 75) = 1,56\ \text{dB} \quad (7)$$

Dabei ist

$Noise_{98}$ der Rauschpegel bei 98 %, z. B. in dB;

$Noise_{effektiv}$ der effektive Rauschpegel, z. B. in dB;

2,053 75 der Wert der umgekehrten Standardnormalverteilung für 98 %.

3.32

Probenabstand

Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden vom OTDR digitalisierten Datenpunkten

ANMERKUNG 1 Gewöhnlich in Metern ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 Der Probenabstand kann möglicherweise den Informationen zur Geräteeinstellung entnommen werden. Der Probenabstand kann vom Messbereich und anderen OTDR-Einstellungen abhängen.

3.33

spektrale Breite

$\Delta\lambda_{FWHM}$

Halbwertsbreite (FWHM) des Spektrums der Quelle

[IEC 61280-1-3, Definition 3.2.3 modifiziert]

4 Vorbereitung der Kalibrierung

4.1 Organisation

Das Kalibrierlabor sollte die Anforderungen von ISO/IEC 17025 erfüllen.

Es sollte ein belegtes Messverfahren für jede durchgeführte Art der Kalibrierung mit schrittweisen Arbeitsanweisungen und der zu verwendenden Messeinrichtung aufgestellt werden.

4.2 Rückverfolgbarkeit

Die Anforderungen von ISO/IEC 17025 sollten erfüllt werden.

Alle für die Kalibrierung benutzten Normale müssen nach einem belegten Programm und rückverfolgbar auf nationale Labore oder akkreditierte Kalibrierlabore kalibriert werden. Es ist empfehlenswert, auf jeder hierarchischen Ebene mehr als ein Normal zu unterhalten, so dass das Verhalten des Normals durch Vergleich auf der gleichen Ebene überprüft werden kann. Es ist sicherzustellen, dass jede weitere Prüfeinrichtung, die einen wesentlichen Einfluss auf die Kalibrierergebnisse besitzt, kalibriert wird. Auf Anfrage sind diese Prüfeinrichtung und deren Stellung in der Rückverfolgbarkeitskette genau anzugeben. Die Neukalibrierungsperiode(n) ist (sind) festzulegen und aufzuzeichnen.

4.3 Vorbereitung

Soweit nicht anders angegeben, sind alle Prüfungen bei einer Raumtemperatur von $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ durchzuführen. Vor der Prüfung ist den Prüfgeräten mindestens 2 Stunden Zeit zu geben, um ein Gleichgewicht mit der Umgebung zu erreichen. Dem OTDR ist eine Aufwärmphase entsprechend den Herstellervorschriften zu geben.

4.4 Prüfbedingungen

Die Prüfbedingungen umfassen üblicherweise die folgenden äußeren Bedingungen für das OTDR: Datum, Temperatur, Kombination von Steckverbinder und Kupplung und die Benutzung einer Vorlauffaser.

Die Kalibrierung ist entsprechend den Herstellerspezifikationen und den Betriebsanweisungen durchzuführen. Falls machbar, ist ein Bereich von Prüfbedingungen und Parametern so zu wählen, dass die tatsächlichen Betriebsbedingungen des zu prüfenden OTDR im Betriebseinsatz nachgebildet werden. Die Parameter (z. B. Ansichtsfenster, Vergrößerung usw.) sind entsprechend den Betriebsanweisungen des Herstellers zu wählen, so dass optimale Genauigkeit und Auflösung des zu prüfenden OTDR erreicht werden.

Die Prüfbedingungen umfassen üblicherweise die folgenden OTDR-Parameter: Mittelungszeit, Pulsbreite, Probenabstand, Zentralwellenlänge. Soweit nicht anders angegeben, ist die OTDR-Gruppenbrechzahl auf genau 1,46 zu setzen.

ANMERKUNG 1 Die Kalibrierergebnisse sind nur auf den bei der Kalibrierung benutzten Satz von Prüfbedingungen anwendbar.

ANMERKUNG 2 Wegen der Gefahr von schädlicher Strahlung ist sicherzustellen, dass entsprechende Bedingungen für Lasersicherheit eingerichtet und eingehalten werden. Siehe IEC 60825-1 und IEC 60825-2.

4.5 Dokumentation

Kalibrierbescheinigungen müssen die folgenden Daten und ihre Unsicherheiten beinhalten:

- a) Den Ortsversatz ΔL_0 und seine Unsicherheit $\pm 2 u_{\Delta L_0}$ sowie die Abstandsskalenabweichung ΔS_L und ihre Unsicherheit $\pm 2 u_{\Delta S_L}$ oder die Ortsabweichung ΔL_i und ihre Unsicherheit $\pm 2 u_{\Delta L_i}$;
- b) die Nichtlinearität NL_{loss} ;
- c) die Instrumenteneinstellungen (Pulsbreite, Messbereich, Wellenlänge, Mittelzeit usw.), die bei der Kalibrierung benutzt wurden;
- d) andere angebrachte Kalibrierdaten und andere Kalibrierbescheinigungsanforderungen nach ISO/IEC 17025.

5 Abstandskalibrierung, Allgemeines

5.1 Allgemeines

Das Ziel der Abstandskalibrierung ist die Bestimmung der Abweichungen (Fehler) zwischen dem gemessenen und dem tatsächlichen Abstand von Punkten auf einer Faser sowie die Charakterisierung der Unsicherheiten dieser Abweichungen.

Ein OTDR misst den Ort L eines Merkmals ab dem Punkt, an dem die Faser mit dem Messgerät verbunden ist, durch Messung der Hin- und Rücklaufzeit T eines Lichtpulses für das Erreichen des Merkmals und zurück. L wird unter Benutzung der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum c ($2,997\,924\,58 \times 10^8$ m/s) und der Gruppenbrechzahl N der Faser berechnet:

$$L = \frac{c T}{2 N} \quad (8)$$

Fehler bei der Messung von L resultieren aus Skalenfehlern, aus Abweichungen der OTDR-Zeitbasis und aus Fehlern bei der Ortsbestimmung eines Merkmals relativ zur Zeitbasis. Die Platzierung einer Markierung zur Ortsbestimmung kann entweder manuell oder automatisch durch das Gerät erfolgen. Der Fehler hängt im Allgemeinen sowohl von der Methode zur Platzierung der Markierung als auch von der Art des Merkmals ab (z. B. Punktdämpfung, eine starke Reflexion, die den Empfänger übersteuert, oder eine geringe Reflexion, die das nicht tut).

Noch größere Fehler bei der Messung von L können aus der Unsicherheit bei der Bestimmung der Gruppenbrechzahl N der Faser resultieren. Die Bestimmung von N gehört nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm. Folglich wird in den Kalibrierverfahren nur die Fähigkeit des OTDR zur korrekten Messung von T diskutiert. Für die Anwendung dieser Norm wird ein Wert von $N = 1,46$ benutzt, und die Unsicherheit von N wird mit null angenommen. Die Kalibrierverfahren sind auch aufgestellt, um die Unsicherheiten durch die Differenz-Modenverzögerung zu begrenzen.

5.2 Ortsfehlermodell

Um Ortsfehler zu charakterisieren, wird ein spezifisches Modell angenommen, das das Verhalten der meisten OTDRs beschreibt. Es sei L_{ref} der Referenzort eines Merkmals, gemessen vom Frontplatten-Steckverbinder des OTDR, und L_{otdr} sei der angezeigte Ort. Es wird angenommen, dass unter Verwendung der Mittelungsfunktion des OTDR zur Rauschreduzierung zwischen dem angezeigten Ort L_{otdr} und dem Referenzort L_{ref} der folgende funktionale Zusammenhang besteht:

$$L_{\text{otdr}} = S_L \cdot L_{\text{ref}} + \Delta L_0 + f(L_{\text{ref}}) \quad (9)$$

Dabei ist

S_L der Skalierungsfaktor, der idealerweise 1 beträgt;

ΔL_0 der Ortsversatz, der idealerweise null ist;

$f(L_{\text{ref}})$ der Abstandsprobenfehler, der idealerweise ebenfalls null ist. Der Abstandsprobenfehler ist eine periodische Funktion mit dem Mittelwert null und einer Periode gleich dem Abstandsintervall zwischen den vom OTDR abgetasteten Punkten. Beispiel: Wenn der Ort einer starken Reflexion gemessen wird, indem eine Markierung auf den ersten digitalisierten Punkt platziert wird, der einen Signalanstieg zeigt, und die Position der Reflexion in kleinen Schritten vergrößert wird, dann kann $f(L_{\text{ref}})$ die Kurvenform einer periodischen Rampe haben.

Gleichung (9) soll bekannte Fehler bei Ortsmessungen charakterisieren; es kann jedoch immer noch eine zusätzliche Unsicherheit Typ A vorhanden sein. Diese betrifft sowohl die Abstandsmessung als auch die Genauigkeit, mit der die den Fehler beschreibenden Parameter mit den nachfolgend beschriebenen Verfahren bestimmt werden können.

S_L und ΔL_0 können bestimmt werden, indem L_{otdr} für verschiedene Werte von L_{ref} gemessen werden und dann eine Gerade mit der Fehlerquadratmethode an die Daten angepasst wird. S_L und ΔL_0 sind die Steigung bzw. der Schnittpunkt.

Auf die gleiche Weise kann eine Linie an die Ortsfehlerfunktion, das heißt die Differenz zwischen L_{otdr} und L_{ref} , angepasst werden:

$$\Delta L = L_{\text{otdr}} - L_{\text{ref}} = \Delta S_L \times L_{\text{ref}} + \Delta L_0 + f(L_{\text{ref}}) \quad (10)$$

Dabei ist

ΔS_L die Steigung und

ΔL_0 der Schnittpunkt, wie in Bild 2 dargestellt.