

	DIN EN 60794-1-21 (VDE 0888-100-21)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
<p>ICS 33.180.10</p> <p>Ersatz für DIN EN 60794-1-21 (VDE 0888-100-21):2016-12 Siehe Anwendungsbeginn</p> <p>Lichtwellenleiter – Teil 1-21: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Mechanische Prüfverfahren (IEC 60794-1-21:2015 + A1:2020); Deutsche Fassung EN 60794-1-21:2015 + A1:2020</p> <p>Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods (IEC 60794-1-21:2015 + A1:2020); German version EN 60794-1-21:2015 + A1:2020</p> <p>Câbles à fibres optiques – Partie 1-21: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essai mécanique (IEC 60794-1-21:2015 + A1:2020); Version allemande EN 60794-1-21:2015 + A1:2020</p> <p>Gesamtumfang 99 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p>		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-04-14 angenommene Europäische Norm und die am 2020-04-09 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2021-03-01.

Für **DIN EN 60794-1-21 (VDE 0888-100-21):2016-12** besteht eine Übergangsfrist bis 2023-04-09.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60794-1-21/A1 (VDE 0888-100-21/A1):2018-10.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.6 „Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterkabel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86A „Fibres and cables“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“ 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 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.

Diese Ausgabe von IEC 60794-1-21 ersetzt die mechanischen Prüfverfahren der zweiten Ausgabe der **IEC 60794-1-2**, veröffentlicht in 2003, welche durch die dritte Ausgabe in 2014-07 ersetzt wurde. Sie beinhaltet eine technische Überarbeitung der mechanischen Prüfverfahren.

 Die Änderung A1 wurde eingearbeitet und mit einer senkrechten Linie und A1 am linken Textrand gekennzeichnet.

Es wurde beschlossen, **DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2):2004-07** in folgende Teile zu überführen:

- **DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2): Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-2: Fachgrundspezifikation – Kreuzverweistabelle für Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel;**
- **DIN EN 60794-1-20 (VDE 0888-100-20): Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-20: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Grundlegendes und Definitionen;**
- **DIN EN 60794-1-21 (VDE 0888-100-21): Lichtwellenleiter – Teil 1-21: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Mechanische Prüfverfahren;**
- **DIN EN 60794-1-22 (VDE 0888-100-22): Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-22: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Prüfverfahren zur Umweltprüfung;**
- **DIN EN 60794-1-23 (VDE 0888-100-23): Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-23: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Prüfverfahren für Kabelelemente;**
- **DIN EN 60794-1-24 (VDE 0888-100-24): Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-24: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Elektrische Prüfverfahren.**

Diese Norm ist in Verbindung mit **IEC 60794-1-1** anzuwenden.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60794-1-21 (VDE 0888-100-21):2016-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Diese Änderung fügt neue Prüfverfahren hinzu und überarbeitet bestehende zeitnah bis zur nächsten vollständigen Überarbeitung von **IEC 60794-1-21:2015**.
- b) Sowohl die Benummerung der Prüfverfahren der E-Reihe als auch die Nummern der Abschnitte, Bilder und Gleichungen des technischen Teils sind mit **IEC 60794-1-21:2015** abgestimmt.
- c) Im Zuge der laufenden Rationalisierung der festzulegenden Reihe von Prüfverfahren wurden einige Prüfungen von IEC 60794-1-21 als besser im Einklang stehend mit anderen der Reihe bestimmt und wurden verschoben. Zu diesem Zweck wurde in dieses Dokument der vorgeschlagene Text eingefügt, der sich auf diese Verschiebungen auswirkt.
- d) **Abschnitt 7** wurde neu den Prüfverfahren für Kabelelemente zugeordnet. Er wurde in die **IEC 60794-1-23**, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer G10A erhalten.
- e) **Abschnitt 8** wurde neu den Prüfverfahren für Kabelelemente zugeordnet. Er wurde in die **IEC 60794-1-23**, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer G10B erhalten.
- f) **Abschnitt 18** wurde neu den umweltbezogenen Prüfverfahren zugeordnet. Er wurde in die **IEC 60794-1-22**, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer F16 erhalten.
- g) **Abschnitt 19** wurde neu den Prüfverfahren für Kabelelemente zugeordnet. Er wurde in die **IEC 60794-1-23**, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer G9 erhalten.
- h) DIN EN 60794-1-21 beschränkt sich auf mechanische Prüfverfahren.
- i) Die deutsche Fassung wurde im **Abschnitt 2** und im **Anhang ZA** an die aktuellen Standardsätze angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0472-231 (VDE 0472-231): 1985-01, **1989-03**
DIN VDE 0472-232 (VDE 0472-232): 1985-01
 DIN VDE 0472-233 (VDE 0472-233): 1985-01, **1989-03**
DIN VDE 0472-234 (VDE 0472-234): 1990-05
DIN VDE 0472-223 (VDE 0472-223): 1987-10
 DIN EN 187000 (VDE 0888-100): 1993-10
 DIN EN 187000/A1 (VDE 0888-100/A1): 1996-06
 DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2): 2000-08, 2003-06, 2004-07
 DIN EN 60794-1-21 (VDE 0888-100-21): 2016-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60227-2	–	–
EN 60793-1-22:2002	IEC 60793-1-22:2001	DIN EN 60793-1-22 (VDE 0888-222):2002-10	VDE 0888-222
EN 60793-1-32:2010	IEC 60793-1-32:2010	DIN EN 60793-1-32 (VDE 0888-232):2011-06	VDE 0888-232
EN 60793-1-40	IEC 60793-1-40 (mod)	DIN EN 60793-1-40 (VDE 0888-240)	VDE 0888-240
EN 60793-1-46:2002	IEC 60793-1-46:2001 (mod)	DIN EN 60793-1-46 (VDE 0888-246):2002-09	VDE 0888-246
EN 60794-1-1	IEC 60794-1-1	DIN EN 60794-1-1 (VDE 0888-100-1)	VDE 0888-100-1
EN 60794-1-2:2014	IEC 60794-1-2:2013	DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2):2014-07	VDE 0888-100-2
EN 60794-1-20:2014	IEC 60794-1-20:2014	DIN EN 60794-1-20 (VDE 0888-100-20):2014-10	VDE 0888-100-20
EN 60794-1-22:2012	IEC 60794-1-22:2012	DIN EN 60794-1-22 (VDE 0888-100-22):2013-01	VDE 0888-100-22
–	IEC/TR 62691	–	–
EN 61300-2-44	IEC 61300-2-44	DIN EN 61300-2-44	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60793-1-22 (VDE 0888-222):2002-10, *Lichtwellenleiter – Teil 1-22: Messmethoden und Prüfverfahren; Längenmessung (IEC 60793-1-22:2001); Deutsche Fassung EN 60793-1-22:2002*

DIN EN 60793-1-32 (VDE 0888-232):2011-06, *Lichtwellenleiter – Teil 1-32: Messmethoden und Prüfverfahren – Absetzbarkeit der Beschichtung (IEC 60793-1-32:2010); Deutsche Fassung EN 60793-1-32:2010*

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

DIN EN 60793-1-46 (VDE 0888-246):2002-09, *Lichtwellenleiter – Teil 1-46: Messmethoden und Prüfverfahren – Überwachung der optischen Übertragungsänderungen (IEC 60793-1-46:2001, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60793-1-46:2002*

DIN EN 60794-1-1 (VDE 0888-100-1), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-1: Fachgrundspezifikation – Allgemeines*

DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2):2014-07, *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-2: Fachgrundspezifikation – Kreuzverweistabelle für Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel (IEC 60794-1-2:2013); Deutsche Fassung EN 60794-1-2:2014*

DIN EN 60794-1-20 (VDE 0888-100-20):2014-10, *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-20: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Grundlegendes und Definitionen (IEC 60794-1-20:2014); Deutsche Fassung EN 60794-1-20:2014*

DIN EN 60794-1-22 (VDE 0888-100-22):2013-01, *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-22: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel – Prüfverfahren zur Umweltprüfung (IEC 60794-1-22:2012); Deutsche Fassung EN 60794-1-22:2012*

DIN EN 61300-2-44, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 2-44: Prüfungen – Biegen der Zugentlastung von Lichtwellenleiterbauteilen*

– Leerseite –

**Lichtwellenleiter –
Teil 1-21: Fachgrundspezifikation –
Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel –
Mechanische Prüfverfahren
(IEC 60794-1-21:2015 + A1:2020)**

Optical fibre cables –
Part 1-21: Generic specification –
Basic optical cable test procedures – Mechanical
tests methods
(IEC 60794-1-21:2015 + A1:2020)

Câbles à fibres optiques –
Partie 1-21: Spécification générique –
Procédures fondamentales d'essais des câbles
optiques – Méthodes d'essai mécanique
(IEC 60794-1-21:2015 + A1:2020)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-04-14 und die A1 am 2020-04-09 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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



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

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

© 2020 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60794-1-21:2015 + A1:2020 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 86A/1638/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60794-1-21, erarbeitet vom SC 86A „Fibres and cables“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als **EN 60794-1-21:2015** 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): 2016-01-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-04-14

Dieses Dokument ersetzt **EN 60794-1-2:2003** (teilweise).

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm **IEC 60794-1-21:2015** wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Europäisches Vorwort zur Änderung A1

Der Text des Dokuments 86A/1975/FDIS, zukünftige IEC 60794-1-21/A1, erarbeitet vom SC 86A „Fibres and cables“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“ wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60794-1-21:2015/A1:2020 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): 2021-01-09
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2023-04-09

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 60794-1-21:2015/A1:2020 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 60794-1-23	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 60794-1-23 .
IEC 61395	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61395.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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

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

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

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60227-2	–	Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods	–	–
IEC 60793-1-22	2001	Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length measurement	EN 60793-1-22	2002
IEC 60793-1-32	2010	Optical fibres – Part 1-32: Measurement methods and test procedures – Coating strippability	EN 60793-1-32	2010
IEC 60793-1-40	–	Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation	EN 60793-1-40	–
IEC 60793-1-46	2001	Optical fibres – Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance	EN 60793-1-46	2002
IEC 60794-1-1	–	Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General	EN 60794-1-1	–
IEC 60794-1-2	2013	Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Cross reference table for optical cable test procedures	EN 60794-1-2	2014
IEC 60794-1-20	2014	Optical fibre cables – Part 1-20: Generic specification – Basic optical cable test procedures – General and Definitions	EN 60794-1-20	2014
IEC 60794-1-22	2012	Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods	EN 60794-1-22	2012
IEC 61300-2-44	–	Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-44: Tests – Flexing of the strain relief of fibre optic devices	EN 61300-2-44	–
IEC/TR 62691	–	Optical fibre cables – Guide to the installation of optical fibre cables	–	–

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Europäisches Vorwort zur Änderung A1	3
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	4
Einleitung zur Änderung	14
1 Anwendungsbereich und Zweck	15
2 Normative Verweisungen	15
3 Verfahren E1: Zugfestigkeit.....	16
3.1 Zweck	16
3.2 Länge der Probe	16
3.3 Prüfaufbau	16
3.4 Durchführung.....	16
3.4.1 Allgemeine Anforderungen.....	16
3.4.2 Durchführung	17
3.5 Anforderungen.....	17
3.6 Festzulegende Einzelheiten	17
3.7 Im Prüfbericht anzugebende Einzelheiten	18
4 Verfahren E2: Kabelabrieb.....	19
4.1 Zweck	19
4.2 Probe.....	19
4.3 Verfahren E2A: Abriebfestigkeit des LWL-Kabelmantels	19
4.3.1 Prüfaufbau.....	19
4.3.2 Durchführung	19
4.3.3 Anforderungen	19
4.3.4 Festzulegende Einzelheiten	19
4.4 Verfahren E2B: Abriebfestigkeit der Kennzeichnungen auf Lichtwellenleiterkabeln	20
4.4.1 Prüfaufbau.....	20
4.4.2 Durchführung	20
4.4.3 Anforderungen	20
4.4.4 Festzulegende Einzelheiten	20
5 Verfahren E3: Querdruck	21
5.1 Zweck	21
5.2 Probe.....	22
5.3 Verfahren E3A: Platte/Platte	22
5.3.1 Prüfaufbau.....	22
5.3.2 Verfahren	22
5.4 Verfahren E3B: Dorn/Platte.....	22

	Seite
5.4.1 Prüfaufbau	22
5.4.2 Verfahren	22
5.5 Anforderungen	22
5.6 Festzulegende Einzelheiten	23
6 Verfahren E4: Schlag	24
6.1 Zweck	24
6.2 Probe	24
6.2.1 Probenlänge	24
6.2.2 Abschluss	24
6.3 Prüfaufbau	25
6.4 Verfahren	25
6.5 Anforderungen	25
6.6 Festzulegende Einzelheiten	25
7 (gestrichen)	27
8 (gestrichen)	27
9 Verfahren E5C: Absetzbarkeit von Bündeladern	27
9.1 Zweck	27
9.2 Probe	27
9.3 Prüfaufbau	27
9.4 Durchführung	27
9.5 Anforderungen	28
9.6 Festzulegende Einzelheiten	28
10 Verfahren E6: Wiederholte Biegung	28
10.1 Zweck	28
10.2 Probe	28
10.2.1 Probenlänge	28
10.2.2 Abschluss	28
10.3 Prüfaufbau	29
10.4 Durchführung	29
10.5 Anforderungen	29
10.6 Festzulegende Einzelheiten	29
11 Verfahren E7: Torsion	30
11.1 Zweck	30
11.2 Probe	30
11.3 Prüfaufbau	31
11.4 Durchführung	31
11.5 Anforderungen	32
11.6 Festzulegende Einzelheiten	32
11.7 Im Prüfbericht anzugebende Einzelheiten	32

	Seite
12 Verfahren E8: Wechselbiegeprüfung	34
12.1 Zweck	34
12.2 Probe	34
12.3 Prüfaufbau	34
12.4 Durchführung	34
12.5 Anforderungen	34
12.6 Festzulegende Einzelheiten	34
13 Verfahren E9: Schnappen (gestrichen)	35
14 Verfahren E10: Knickfestigkeit	35
14.1 Zweck	35
14.2 Probe	35
14.3 Prüfaufbau	36
14.4 Durchführung	36
14.5 Anforderungen	36
14.6 Festzulegende Einzelheiten	36
15 Verfahren E11: Kabelbiegung	37
15.1 Zweck	37
15.2 Probe	37
15.3 Prüfaufbau	37
15.4 Durchführung	37
15.4.1 Verfahren 1 – Prüfverfahren E11A (Normprüfverfahren)	38
15.4.2 Verfahren 2 – Prüfverfahren E11B (alternatives Prüfverfahren)	38
15.5 Anforderungen	38
15.6 Festzulegende Einzelheiten	38
16 Verfahren E12: Durchschneidefestigkeit (gestrichen)	39
17 Verfahren E13: Beschädigung durch Schrotkugelbeschuss	39
17.1 Zweck	39
17.2 Allgemeines	39
17.3 Verfahren E13A – Prüfung mit Schrotkugelbeschuss	40
17.3.1 Probe	40
17.3.2 Prüfaufbau	40
17.3.3 Durchführung	40
17.3.4 Anforderungen	40
17.3.5 Festzulegende Einzelheiten	41
17.4 Verfahren E13B – Simulation des Schrotkugelbeschusses	41
17.4.1 Probe	41
17.4.2 Prüfaufbau	41
17.4.3 Durchführung	42
17.4.4 Anforderungen	42

	Seite
17.4.5 Festzulegende Einzelheiten	42
17.4.6 Berechnung von Fallgewicht und Fallhöhe	42
18 (gestrichen).....	46
19 (gestrichen).....	46
20 Verfahren E16: [Titel unbekannt] (gestrichen)	46
21 Verfahren E17: Kabelsteifigkeit	46
21.1 Zweck	46
21.2 Allgemeines	46
21.3 Prüfverfahren E17A – Dreipunktbiegung.....	46
21.3.1 Probe	46
21.3.2 Prüfaufbau	47
21.3.3 Durchführung.....	47
21.3.4 Anforderungen.....	47
21.3.5 Festzulegende Einzelheiten	47
21.4 Prüfverfahren E17B – Auslegerbiegung.....	48
21.4.1 Probe	48
21.4.2 Prüfaufbau	48
21.4.3 Durchführung.....	48
21.4.4 Anforderungen.....	48
21.4.5 Festzulegende Einzelheiten	48
21.5 Prüfverfahren E17C – Stauchungsbiegung.....	49
21.5.1 Probe	49
21.5.2 Prüfaufbau	49
21.5.3 Durchführung.....	49
21.5.4 Anforderungen.....	49
21.5.5 Festzulegende Einzelheiten	49
22 Verfahren E18A: Kabelbiegen unter Zug	51
22.1 Zweck	51
22.2 Probe	51
22.3 Prüfaufbau	51
22.4 Durchführung.....	51
22.5 Anforderungen.....	52
22.6 Festzulegende Einzelheiten	52
23 Verfahren E18B: Seilrollenprüfung (für OPGW und OPAC)	54
23.1 Zweck	54
23.2 Probe	54
23.3 Prüfaufbau	55
23.4 Durchführung.....	55
23.5 Anforderungen.....	56

	Seite
23.6 Festzulegende Einzelheiten	56
24 Verfahren E19: Seilschwingen	57
24.1 Zweck	57
24.2 Probe	57
24.3 Prüfaufbau	57
24.4 Durchführung	58
24.5 Anforderungen	59
24.6 Festzulegende Einzelheiten	59
25 Verfahren E20: Kabelaufrollverhalten	60
25.1 Zweck	60
25.2 Probe	60
25.3 Prüfaufbau	60
25.4 Durchführung	60
25.5 Anforderungen	60
25.6 Festzulegende Einzelheiten	60
26 Verfahren E21: Mantelabzugskraft für Lichtwellenleiterkabel zur Anwendung in Anschlusskabeln	60
26.1 Zweck	60
26.2 Allgemeines	61
26.3 Probe	61
26.4 Prüfaufbau	61
26.4.1 Allgemeines	61
26.4.2 Zugprüfanlage	61
26.4.3 Aufzeichnungseinrichtung	61
26.4.4 Absetzwerkzeuge	61
26.4.5 Zug	61
26.4.6 Zugentlastung des Kabels	61
26.5 Durchführung	61
26.6 Anforderungen	62
26.7 Festzulegende Einzelheiten	62
27 Verfahren E22: Faserbewegung bei einer Stauchung in Lichtwellenleiterkabeln zur Anwendung in Anschlusskabeln	63
27.1 Zweck	63
27.2 Probe	63
27.3 Prüfaufbau	63
27.4 Durchführung	64
27.5 Anforderungen	64
27.6 Festzulegende Einzelheiten	64
28 Verfahren E23: Nachweisprüfung für die Leitungsverlegung im Mikrorohr	65

	Seite
28.1 Zweck	65
28.2 Allgemeines	65
28.3 Probe	65
28.4 Prüfaufbau	65
28.5 Durchführung	66
28.6 Anforderungen	66
28.7 Festzulegende Einzelheiten	66
29 Verfahren E24: Installationsprüfung für Mikrorohrkabel	66
29.1 Zweck	66
29.2 Allgemeines	66
29.3 Probe	66
29.4 Prüfaufbau	66
29.5 Durchführung	67
29.6 Anforderungen	67
29.7 Festzulegende Einzelheiten	67
29.8 Aufzuzeichnende Einzelheiten	68
30 Verfahren E25: Funktionsprüfung des Reißfadens	69
30.1 Zweck	69
30.2 Probe	69
30.3 Prüfaufbau	69
30.4 Durchführung	69
30.5 Anforderungen	69
30.6 Festzulegende Einzelheiten	70
30.7 Aufzuzeichnende Einzelheiten	70
31 Verfahren E26: Leitertanzen	70
31.1 Zweck	70
31.2 Probe	70
31.3 Prüfaufbau	71
31.4 Durchführung	71
31.5 Anforderungen	72
31.6 Festzulegende Einzelheiten	72
32 Verfahren E27: Simulierte Installationsprüfung (innen)	73
32.1 Zweck	73
32.2 Probe	73
32.3 Prüfaufbau	73
32.4 Durchführung	75
32.5 Anforderungen	76
32.6 Festzulegende Einzelheiten	76
33 Verfahren E28: Mechanischen Zuverlässigkeitsprüfung von Kabeln und Fasern	76

	Seite
33.1 Zweck	76
33.2 Probe	76
33.3 Prüfaufbau	76
33.4 Durchführung	77
33.5 Anforderungen	77
33.6 Festzulegende Einzelheiten	77
34 Verfahren E29: Gerader Feldzugang zu optischen Elementen	78
34.1 Zweck	78
34.2 Prüfaufbau	78
34.3 Probe	79
34.4 Durchführung	79
34.4.1 Allgemeines	79
34.4.2 Verfahren 1	79
34.4.3 Verfahren 2	80
34.4.4 Überblick	81
34.5 Anforderungen	81
34.6 Festzulegende Einzelheiten	81
35 Verfahren E30: Reibungskoeffizient zwischen Kabeln	82
35.1 Zweck	82
35.2 Probe	82
35.3 Prüfaufbau	82
35.4 Durchführung	83
35.5 Anforderung	84
35.6 Festzulegende Einzelheiten	84
36 Verfahren E31: Mikrorohr-Innenluftstreckenprüfung: in Beratung	84
37 Verfahren E32: Zugprüfung des Kriechverhaltens (für ADSS)	84
37.1 Zweck	84
37.2 Probe	85
37.3 Prüfaufbau	85
37.4 Durchführung	85
37.4.1 Allgemeine Anforderungen des Verfahrens	85
37.4.2 Verfahrensschritte	86
37.5 Berechnungen	88
37.6 Festzulegende Einzelheiten	89
37.7 Aufzuzeichnende Einzelheiten	89
37.8 Zusätzliche Informationen	89
38 Verfahren E33: Kabelverhalten bei mehrfachem Aufrollen und Abrollen	90
38.1 Zweck	90
38.2 Probe	90

	Seite
38.3 Prüfaufbau	90
38.4 Durchführung	90
38.5 Anforderungen	91
38.6 Festzulegende Einzelheiten	91
39 Verfahren E34: Dynamischer Reibungskoeffizient zwischen den Kabeln	91
39.1 Zweck	91
39.2 Probe	91
39.3 Prüfaufbau	92
39.4 Durchführung	92
39.5 Festzulegende Einzelheiten	92
Literaturhinweise	93

Bilder

Bild 1 – Messaufbau für die Prüfung der Zugfestigkeit.....	18
Bild 2 – Beispiel für einen Messaufbau für die Prüfung der Zugfestigkeit mit Umlenkeinrichtungen und Spanntrommeln	18
Bild 3 – Typischer Prüfaufbau für die Prüfungen E2A und E2B, Verfahren 1	21
Bild 4 – Typischer Prüfaufbau für Prüfung E2B, Verfahren 2	21
Bild 5 – Prüfaufbau für die Prüfung des Querdrucks, Verfahren E3A, Einzelheiten für die Variante Platte/Platte	23
Bild 6 – Prüfaufbau für die Prüfung des Querdrucks, Verfahren E3B, Einzelheiten für die Variante Dorn/Platte.....	24
Bild 7 – Schlagprüfung.....	27
Bild 8 – Prüfung der wiederholten Biegung des Kabel/Steckverbindersatzes	30
Bild 9 – Torsionsprüfaufbau für Kabel	33
Bild 10 – Torsionsprüfaufbau für Kabel mit ausgeübter Zugkraft	33
Bild 11 – Alternativer Torsionsprüfaufbau für Kabel mit ausgeübter Zugkraft.....	33
Bild 12 – Prüfaufbau für die Wechselbiegeprüfung	35
Bild 13 – Knickprüfung	37
Bild 14 – Biegeprüfvorrichtung.....	39
Bild 15 – Prüfaufbau für Verfahren E13B	44
Bild 16 – Fallgewicht am Schusshaltestift befestigt.....	45
Bild 17 – Alternatives Fallgewicht mit aufliegendem Schusshaltestift	45
Bild 19 – Prüfaufbau für das Prüfverfahren E17A	50
Bild 20 – Beispiel der Prüfergebnisse für die ausgeübte Kraft und die Auslenkung	50
Bild 21 – Prüfaufbau für das Prüfverfahren E17B	50
Bild 22 – Prüfaufbau für das Prüfverfahren E17C	50
Bild 23 – U-Biegung	53
Bild 24 – S-Biegung	54
Bild 25 – Teilbiegung	57

	Seite
Bild 26 – Teilbiegung über mehrere Seilrollen	57
Bild 27 – Prüfung der Seilschwingung.....	59
Bild 28 – Schema der Prüfanordnung	62
Bild 29 – Beispiel für eine Zugvorrichtung.....	62
Bild 30 – Vorbereitung der Kabelprobe	63
Bild 31 – Prüfaufbau zur Messung der Faserbewegung bei einer Stauchung.....	65
Bild 32 – Schematische Darstellung eines Prüfwegs mit der Schleifenlänge L	68
Bild 33 – Prüfung des Leitertanzens	72
Bild 34 – Prüfaufbau für die simulierte Installation (innen).....	74
Bild 36 – Prüfvorrichtung für das Klammern und Biegen	75
Bild 35 – Prüfaufbau für die mechanische Zuverlässigkeitsprüfung	78
Bild 37 – Prinzip des geraden Feldzugangs.....	78
Bild 38 – Gerader Feldzugang – Verfahren 1.....	80
Bild 39 – Gerader Feldzugang – Verfahren 2.....	81
Bild 40 – Prüfaufbau für den Reibungskoeffizienten (Rollenprüfung)	83
Bild 41 – Prüfaufbau für die Zugspannungszyklen.....	85
Bild 42 – Anordnung für die Kontrolllänge des Kabels.....	86
Bild 43 – Festlegung der Grundlinie ohne Dehnung bei hoher Belastung und niedriger Belastung.....	87
Bild 44 – Belastung an der Kabelprobe.....	88
Bild 45 – Dehnung eines ADSS-Kabels bei hoher Belastung in Abhängigkeit von den Belastungszyklen	89
Bild 46 – Prüfaufbau für den Reibungskoeffizienten (Plattenprüfung)	92
 Tabellen	
Tabelle 2 – Typische Messlänge.....	31
Tabelle 3 – Prüfwerte für den Prüfplan für das Leitertanzens.....	72

Einleitung zur Änderung

Diese Änderung fügt neue Prüfverfahren hinzu und überarbeitet bestehende zeitnah bis zur nächsten vollständigen Überarbeitung von IEC 60794-1-21:2015.

Sowohl die Benummerung der Prüfverfahren der E-Reihe als auch die Nummern der Abschnitte, Bilder und Gleichungen des technischen Teils sind mit IEC 60794-1-21:2015 abgestimmt.

Im Zuge der laufenden Rationalisierung der festzulegenden Reihe von Prüfverfahren wurden einige Prüfungen von IEC 60794-1-21 als besser im Einklang stehend mit anderen der Reihe bestimmt und wurden verschoben. Zu diesem Zweck wurde in dieses Dokument der vorgeschlagene Text eingefügt, der sich auf diese Verschiebungen auswirkt.

Abschnitt 7 wurde neu den Prüfverfahren für Kabelelemente zugeordnet. Er wurde in die IEC 60794-1-23, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer G10A erhalten.

Abschnitt 8 wurde neu den Prüfverfahren für Kabelelemente zugeordnet. Er wurde in die IEC 60794-1-23, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer G10B erhalten.

Abschnitt 18 wurde neu den umweltbezogenen Prüfverfahren zugeordnet. Er wurde in die IEC 60794-1-22, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer F16 erhalten.

Abschnitt 19 wurde neu den Prüfverfahren für Kabelelemente zugeordnet. Er wurde in die IEC 60794-1-23, 2. Ausgabe verschoben und das Prüfverfahren hat die Nummer G9 erhalten.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Der vorliegende Teil von IEC 60794 gilt für Lichtwellenleiterkabel (LWL-Kabel) für die Verwendung in Telekommunikationseinrichtungen und in Geräten, die ähnlichen Techniken dienen, sowie für Kabel, die eine Kombination aus Lichtwellenleitern und elektrischen Leitern enthalten.

Der Zweck dieser Norm ist die Festlegung von Prüfverfahren, die der Aufstellung einheitlicher Anforderungen an das mechanische Betriebsverhalten dienen.

Der Begriff „Lichtwellenleiterkabel“ schließt in der gesamten Norm auch LWL-Kabelelemente, Mikrorohr-LWL-Einheiten usw. ein.

A1

Siehe IEC 60794-1-2 für allgemeine Anforderungen und Definitionen sowie einen vollständigen Leitfaden für Prüfverfahren aller Typen.

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 60227-2, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*

IEC 60793-1-22:2001, *Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length measurement*

IEC 60793-1-32:2010, *Optical fibres – Part 1-32: Measurement methods and test procedures – Coating strippability*

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

IEC 60793-1-46:2001, *Optical fibres – Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance*

IEC 60794-1-1, *Optical fibres – Part 1-1: Generic specification – General*

IEC 60794-1-2:2013, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Cross reference table for optical cable test procedures*

IEC 60794-1-20:2014, *Optical fibre cables – Part 1-20: Generic specification – Basic optical cable test procedures – General and definitions*

IEC 60794-1-22:2012, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods*

IEC TR 62691, *Guide to the installation of optical fibre cables*

IEC 61300-2-44, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-44: Tests – Flexing of the strain relief of fibre optic*

3 Verfahren E1: Zugfestigkeit

3.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren gilt für LWL-Kabel, die mit einer bestimmten Zugbeanspruchung geprüft werden, um das Dämpfungsverhalten und/oder die Faserzugdehnung als Funktion der Belastung an einem Kabel, die während der Verlegung und des Betriebs auftreten kann, zu prüfen. Dieses Verfahren ist als nichtzerstörendes Prüfverfahren vorgesehen.

3.2 Länge der Probe

Wenn es in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt ist, wird eine Länge unter Zugspannung von ≥ 50 m angewendet. Kabel, die besondere Abspannvorrichtungen erfordern (z. B. LWL-Erdseile (OPGW, en: optical ground wire), dielektrisch selbsttragende LWL-Kabel (ADSS, en: all dielectric self-supported cable), metallbewehrte Kabel usw.), müssen mindestens 25 m lang sein.

Wird die Prüfung der Zugfestigkeit mit kürzeren Längen durchgeführt, wirkt sich dies nachteilig auf die Messunsicherheit aus. Die angegebenen Längen sind die für diese Prüfung empfohlenen Mindestlängen.

Die Gesamtlänge der Probe ist größer als die Länge unter Zugspannung, damit die Probe an die Prüfeinrichtung angeklemt und angeschlossen werden kann.

3.3 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau besteht aus:

- a) einer Dämpfungsmesseinrichtung zur Bestimmung der Dämpfungsänderungen (siehe IEC 60793-1-40) und/oder einer Faserdehnungsmesseinrichtung (siehe IEC 60793-1-22:2001, Verfahren C: Faserdehnung);
- b) einem Zugprüfaufbau, der die zu prüfende Mindestlänge aufnehmen kann. Für die Prüfung längerer Zugproben dürfen Umlenkeinrichtungen verwendet werden (siehe Bild 2). Die Durchmesser der Seilrollen in der Umlenkeinrichtung dürfen nicht kleiner sein als der kleinste Biegedurchmesser des zu prüfenden Kabels. Typisch ist ein Durchmesser von 1 m;
- c) einer Kraftmesszelle mit einem Fehler von höchstens ± 3 % im größten Messbereich;
- d) einer Klemmvorrichtung, um alle Kabelbauteile an den Enden der zu prüfenden Länge zu fassen: Es sollte darauf geachtet werden, dass das jeweilige Verfahren zur Einspannung der Kabelkomponenten die Ergebnisse nicht beeinflusst. Eine geeignete Einrichtung ist häufig ein Dorn mit einem typischen Durchmesser von 1 m, aber nicht weniger als der für das Kabel festgelegte Mindestdurchmesser;
- e) falls erforderlich müssen mechanische oder elektrische Mittel zur Messung der Kabellast oder der Kabeldehnung vorgesehen werden, wie in der Bauartspezifikation angegeben.

Beispiele für geeignete Prüfaufbauten sind in Bild 1 und Bild 2 dargestellt.

3.4 Durchführung

3.4.1 Allgemeine Anforderungen

- a) Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Prüfbedingungen den erweiterten Prüfbedingungen nach den Festlegungen in IEC 60794-1-20 entsprechen.
- b) Das Kabel ist auf der Zugprüfanlage zu befestigen und zu sichern. An beiden Enden der Zugprüfanlage müssen Verfahren zur Sicherung des Kabels verwendet werden, die das Kabel gleichmäßig so erfassen, dass alle Komponenten des Kabels einschließlich der Fasern in ihrer Bewegung eingeschränkt sind. Bei den meisten Kabelkonstruktionen (z. B. verseilte Kabeltypen) ist das Festklemmen an Kabelelementen mit Ausnahme der Fasern praktisch und ausreichend, um Dämpfungsänderungen und/oder sowohl die höchstzulässige Zugbelastung als auch die Dehnungsreserve des Kabels zu ermitteln. Bei bestimmten Kabelkonstruktionen (z. B. einzelnen Hohladern) kann es jedoch erforderlich sein, das Herausrutschen der Fasern zu verhindern, um die richtigen Zahlenwerte der Dehnungsreserve zu ermitteln.

Wenn es von der Bauartspezifikation verlangt wird, dürfen Luftkabeltypen mit den Abspannvorrichtungen befestigt werden, die für den betreffenden Kabeltyp vorgesehen sind. Bei bestimmten armierten Kabeln darf eine Klemmvorrichtung mit einem Ziehstrumpf oder eine ähnliche Abspannvorrichtung verwendet werden.

- c) Die Prüffaser des auf Zug zu prüfenden Kabels ist an die Messeinrichtung anzuschließen. Beim Impuls-laufzeitverfahren (Laufzeitverfahren) nach Verfahren C in IEC 60793-1-22:2001 muss darauf geachtet werden, dass sich während des Ziehens der Probe die Referenzlänge nicht ändert.
- d) Die Zugkraft muss kontinuierlich auf den (die) in der entsprechenden Spezifikation angegebenen Wert(e) erhöht werden.
- e) Die Änderung der Dämpfung und/oder der Faserdehnung muss als Funktion der Kabelbelastung oder der Kabeldehnung aufgezeichnet werden.
- f) Für Kabel mit einer großen Anzahl von Fasern kann eine Mehrfach-Messeinrichtung für Dämpfungs- und/oder Faserdehnungsmessungen verwendet werden.
- g) Zwischen Hersteller und Kunde muss eine repräsentative Anzahl von Fasern und/oder eine Anzahl von Prüfzyklen (üblicherweise einer) vereinbart werden.
- h) Die am Ende der in 3.4.2 festgelegten Dauer aufgenommenen Messwerte sollten stabil sein (d. h. innerhalb der Messunsicherheit liegen), bevor die Lasten verändert werden oder die Prüfung abgeschlossen wird. Wenn die aufgenommenen Werte noch schwanken, sollte die Last solange aufrechterhalten werden, bis die Werte stabil sind.

3.4.2 Durchführung

Messung der optischen Dämpfung und/oder Ermittlung der Faserdehnung vor dem Beginn der Prüfung als Messbasis:

- a) Anlegen der Kurzzeitlast an das Kabel;
- b) Aufrechterhalten dieser Belastung für eine Dauer von 10 min;
- c) Ermitteln der Faserdehnung, falls erforderlich;
- d) falls erforderlich, Verändern der angelegten Last bis zur Langzeitbelastung:
 - Aufrechterhalten dieser Belastung für eine Dauer von 10 min;
 - Messung der Dämpfung und/oder Ermittlung der Faserdehnung;
- e) Entfernen der Belastung;
- f) Erholzeit des Kabels für eine Dauer von 5 min;
- g) Messen der Dämpfung und/oder Ermittlung der Faserdehnung.

Nach einer Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant dürfen andere Schritte und Lastpegel angewendet werden.

3.5 Anforderungen

Die Dämpfungsänderung und/oder die Faserdehnung der Probe dürfen die in der entsprechenden Spezifikation angegebenen Werte nicht überschreiten.

3.6 Festzulegende Einzelheiten

In der entsprechenden Spezifikation müssen folgende Einzelheiten festgelegt sein:

- Länge unter Zugspannung, falls von diesem Verfahren abweichend;
- Langzeitlast T_L : angewendete Last, Grenzen der Faserdehnung und/oder Änderung der Dämpfung;
- Kurzzeitlast T_S : angewendete Last, Grenzen der Faserdehnung (falls gefordert);
- $T_{\text{nach der Prüfung}}$: Grenzen der Faserdehnung und/oder Änderung der Dämpfung.

3.7 Im Prüfbericht anzugebende Einzelheiten

Es sind Werte für alle Merkmale aus 3.6 anzugeben und folgende Einzelheiten:

- Herrichtung der Kabelenden;
- Rate der Zugspannungserhöhung;
- Temperatur, falls von den Normprüfbedingungen abweichend.

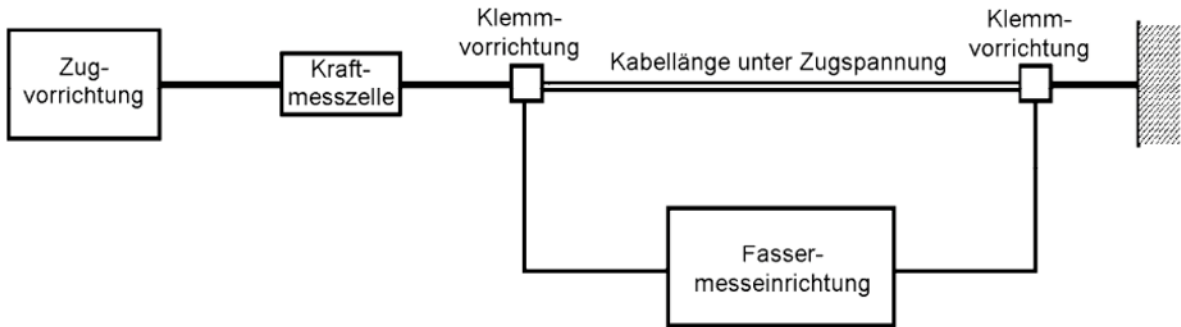


Bild 1 – Messaufbau für die Prüfung der Zugfestigkeit

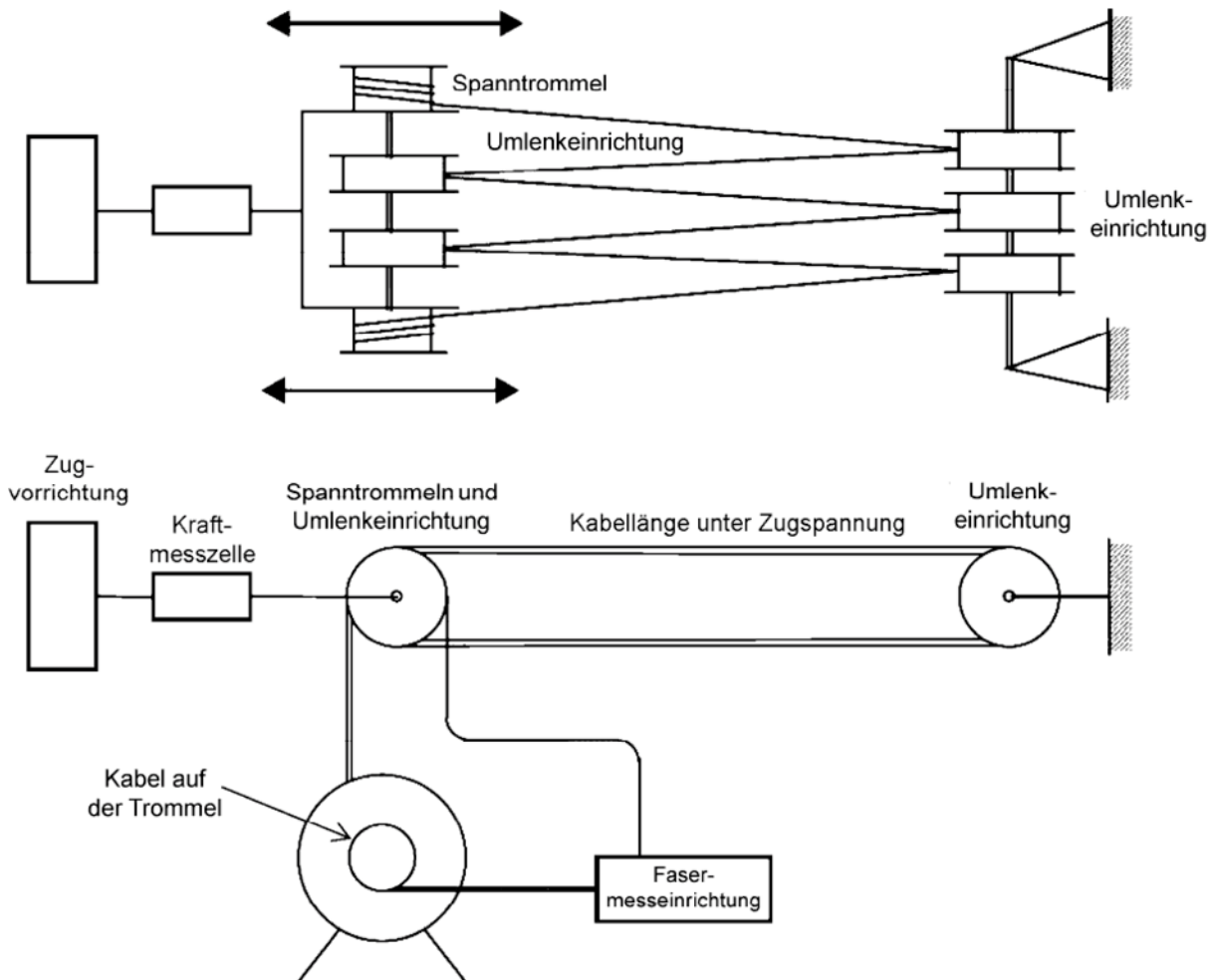


Bild 2 – Beispiel für einen Messaufbau für die Prüfung der Zugfestigkeit mit Umlenkeinrichtungen und Spanntrommeln

4 Verfahren E2: Kabelabrieb

4.1 Zweck

Die Abriebfestigkeit von LWL-Kabeln dient dem Nachweis folgender Aspekte:

- a) der Fähigkeit des Mantels, dem Abrieb zu widerstehen, E2A;
- b) der Fähigkeit der Kabelkennzeichnungen, dem Abrieb zu widerstehen, E2B.

Der Zweck dieser Prüfung ist der Nachweis der Fähigkeit eines LWL-Kabelmantels oder einer Mantelkennzeichnung, dem Abrieb zu widerstehen.

4.2 Probe

Die Probe muss eine ausreichende Länge für die Durchführung der festgelegten Prüfung besitzen. Eine typische Länge ist 750 mm.

4.3 Verfahren E2A: Abriebfestigkeit des LWL-Kabelmantels

4.3.1 Prüfaufbau

Die Abriebprüfanlage besteht aus einer Einrichtung, die dafür ausgelegt ist, die Oberfläche des Kabels in beiden Richtungen parallel zur Längsachse des Kabels über eine Länge von (40 ± 1) mm mit einer Geschwindigkeit von (55 ± 5) Zyklen/min zu reiben. Ein Zyklus besteht aus einer Abriebkantenbewegung in jeder Richtung.

Die Abriebkante muss aus einer Stahlnadel mit einem Durchmesser von 1,0 mm oder wie in der Bauartspezifikation festgelegt bestehen.

Ein typischer Prüfaufbau ist in [Bild 3](#) dargestellt.

4.3.2 Durchführung

Die Durchführung erfolgt in folgenden Schritten:

- a) Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Prüfbedingungen dem Normalklima nach den Festlegungen in IEC 60794-1-20 entsprechen.
- b) Die Kabelprobe ist mit Kabelklemmen sicher an der Auflageplatte zu befestigen. Die Abriebkante muss mit 4 N belastet werden, wobei ein Schlag auf das Kabel zu vermeiden ist. Die Ausgangsposition muss derart sein, dass eine Länge für die nachfolgende Bewegung der Probe nach c) verfügbar ist.
- c) An der Probe müssen vier Prüfungen durchgeführt werden, wobei die Probe zwischen den Prüfungen um 100 mm vorwärts bewegt und gleichzeitig um einen Winkel von 90° jeweils in gleicher Richtung gedreht wird.

4.3.3 Anforderungen

Nach Ausführung der in der Bauartspezifikation festgelegten Anzahl von Zyklen darf der Mantel keine Perforationen aufweisen.

4.3.4 Festzulegende Einzelheiten

In der Bauartspezifikation müssen folgende Einzelheiten festgelegt sein:

- a) Anzahl der Zyklen;
- b) ausgeübte Kraft, falls vom hier festgelegten Wert abweichend;
- c) Durchmesser der Nadel, falls vom hier festgelegten Wert abweichend.

4.4 Verfahren E2B: Abriebfestigkeit der Kennzeichnungen auf Lichtwellenleiterkabeln

4.4.1 Prüfaufbau

4.4.1.1 Verfahren 1

Wie in E2A festgelegt.

4.4.1.2 Verfahren 2

Der Prüfaufbau basiert auf dem in E2A und E2B, Verfahren 1, festgelegten Zweck, wobei die Nadel durch einen reibenden Filz ersetzt wird. Die folgenden Änderungen werden im Prüfaufbau vorgenommen:

- a) ein Prüfaufbau, um eine Kraft auf einen Wollfilz auszuüben; ein typisches Beispiel ist in [Bild 4](#) dargestellt;
- b) ein Wollfilz, Farbe weiß;

ANMERKUNG Übliche Filze bestehen aus einer Mischung von Wollfasern und anderen Fasern, gewöhnlich Viskose. Mischungen aus 100 % bis 30 % Wolle oder nach den Festlegungen in der zutreffenden Spezifikation erfüllen die Anforderungen dieses Verfahrens.

- c) Massestücke, um eine Kraft auf die Probe auszuüben;
- d) der Prüfaufbau muss eine Hublänge von 100 mm bei einer Geschwindigkeit von 6 Zyklen/min bis 12 Zyklen/min erlauben.

4.4.2 Durchführung

4.4.2.1 Allgemeines

Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Prüfbedingungen dem Normalklima entsprechen.

4.4.2.2 Verfahren 1

Die Prüfung erfolgt nach den Festlegungen in E2A, aber alle vier Prüfungen müssen an den Kabelkennzeichnungen durchgeführt werden.

4.4.2.3 Verfahren 2

Eine Kabelprobe mit Kennzeichnungen muss zwischen die beiden Teile des Wollfilzes oder zwischen den Wollfilz und eine Auflagefläche gelegt werden. In beiden Fällen muss der Wollfilz den bedruckten Abschnitt des Kabels reiben.

Der Wollfilz muss vollständig mit Wasser getränkt sein.

Eine Normalkraft F von 5 N (oder wie in der Bauartspezifikation angegeben) muss auf die Kennzeichnungen auf der Probe ausgeübt werden, wobei die Probe über eine Länge von 100 mm hin- und herbewegt wird. Die Anzahl der Zyklen muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

4.4.3 Anforderungen

Nach Abschluss der Prüfung mit der in der Bauartspezifikation festgelegten Anzahl von Zyklen muss die Kennzeichnung lesbar sein.

4.4.4 Festzulegende Einzelheiten

In der Bauartspezifikation müssen folgende Einzelheiten festgelegt sein:

- a) Anzahl der Zyklen;
- b) verwendetes Prüfverfahren;

c) ausgeübte Kraft, falls vom hier festgelegten Wert abweichend.

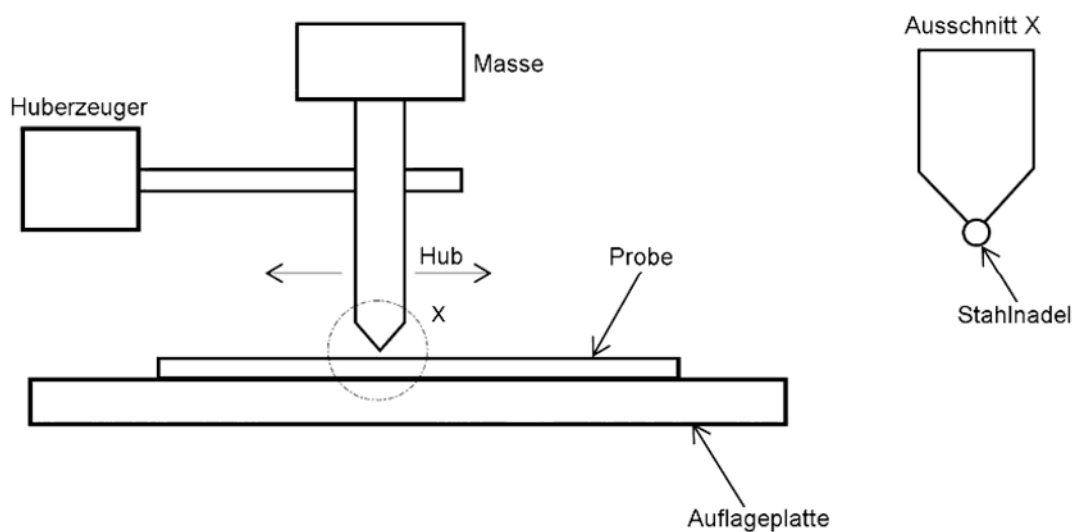


Bild 3 – Typischer Prüfaufbau für die Prüfungen E2A und E2B, Verfahren 1

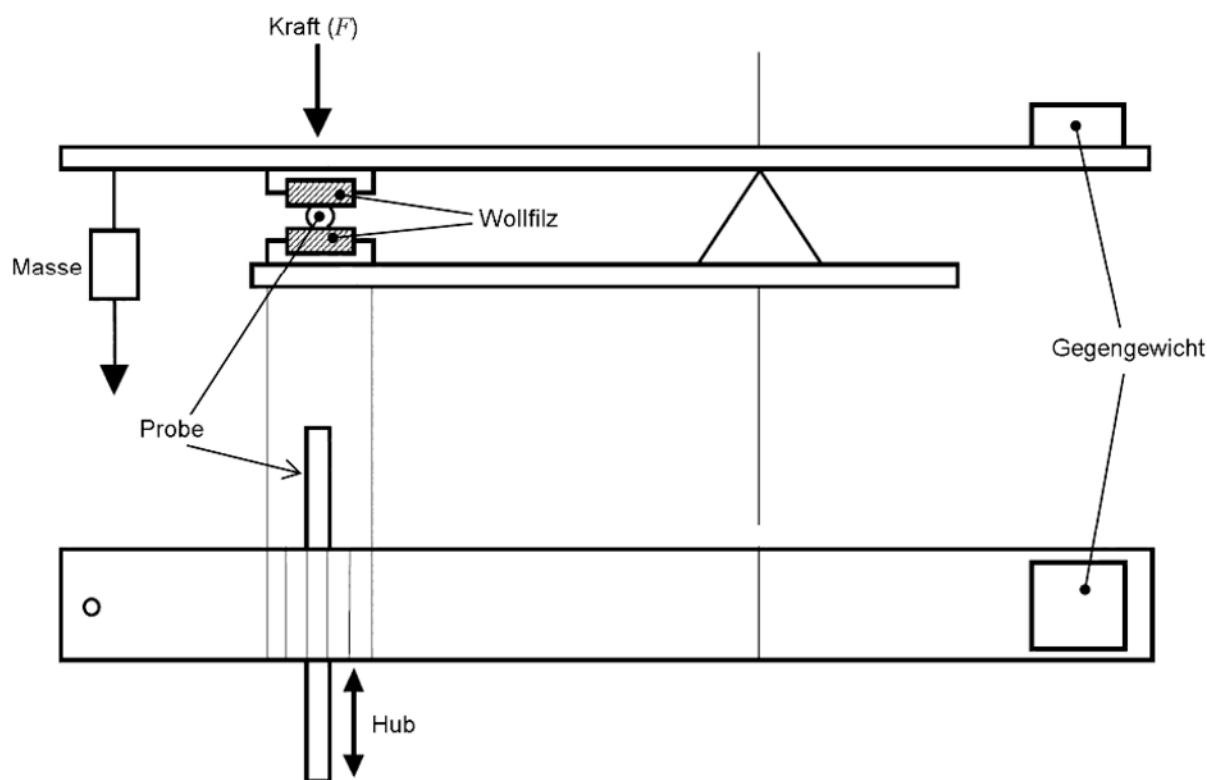


Bild 4 – Typischer Prüfaufbau für Prüfung E2B, Verfahren 2

5 Verfahren E3: Querdruck

5.1 Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist die Bestimmung der Fähigkeit eines LWL-Kabels, einem Querdruck mit Kurzzeit- und Langzeitbelastung zu widerstehen.

ANMERKUNG Verfahren E3A entspricht dem vorgegebenen Verfahren E3, Querdruck, nach IEC 60794-1-2:2013.

5.2 Probe

Die Probe muss eine ausreichende Länge für die Durchführung der festgelegten Prüfung besitzen.

5.3 Verfahren E3A: Platte/Platte

5.3.1 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau muss es ermöglichen, eine Kabelprobe zwischen einer ebenen Stahlgrundplatte und einer beweglichen Stahlplatte, die die Querdrukraft gleichmäßig über die Länge der Probe von 100 mm aufbringt, zu quetschen.

Die Kanten der beweglichen Platte müssen mit einem Radius von etwa 5 mm abgerundet sein. Die Kanten sind in dem 100 mm langen ebenen Teil der Platte nicht enthalten. Ein geeigneter Prüfaufbau ist in [Bild 5](#) dargestellt.

5.3.2 Verfahren

Die Kabelprobe muss zwischen den Platten so befestigt werden, dass eine seitliche Bewegung verhindert wird, und die Kraft muss durchgehend ohne irgendeine plötzliche Änderung einwirken. Falls die Kraft in zunehmenden Schritten ausgeübt wird, dürfen die Schritte ein Verhältnis von 1,5 : 1 nicht überschreiten.

Die Kraft muss für eine festgelegte Dauer stabil auf dem festgelegten Prüfwert gehalten werden. Sofern nicht in der Bauartspezifikation festgelegt, beträgt diese Dauer üblicherweise 1 min (Kurzzeitbelastung) oder 10 min (Langzeitbelastung). Die Dämpfungsmessung muss durchgeführt werden, bevor die Kraft entfernt wird.

Sofern es in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt ist, muss die Prüfung dreimal durchgeführt werden, wobei die Kraft an drei unterschiedlichen Stellen ohne Drehung des Kabels auf die Probe einwirkt. Der Abstand zwischen jedem Querdruk muss mindestens 500 mm betragen und er muss von der Schlaglänge der Kabelseele verschieden sein.

Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Prüfbedingungen dem Normalklima entsprechen.

5.4 Verfahren E3B: Dorn/Platte

5.4.1 Prüfaufbau

Es muss der gleiche Prüfaufbau wie bei E3A verwendet werden. Unter oder anstelle der beweglichen Platte nach [Bild 6](#) wird ein Stahldorn mit einem Durchmesser von 25 mm (sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt) rechtwinklig zur Probe angebracht.

5.4.2 Verfahren

Es wird das gleiche Verfahren wie bei E3A durchgeführt, die Kraft wirkt jedoch über den Stahldorn mit einem Durchmesser von 25 mm (sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt) rechtwinklig auf die Probe ein.

5.5 Anforderungen

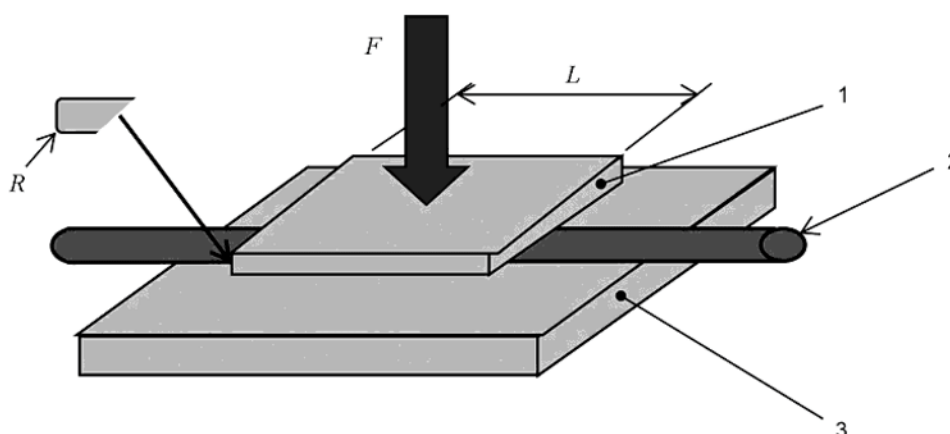
Die Annahmekriterien für die Prüfung müssen den Angaben in der Bauartspezifikation entsprechen. Typische Ausfallarten schließen den Verlust des optischen Durchgangs, eine Verschlechterung des optischen Übertragungsverhaltens oder physische Beschädigungen des Kabels ein.

ANMERKUNG Abdrücke oder Riefen im Mantel und in Kabelelementen werden nicht als Fehler angesehen.

5.6 Festzulegende Einzelheiten

In der Bauartspezifikation müssen folgende Einzelheiten festgelegt sein:

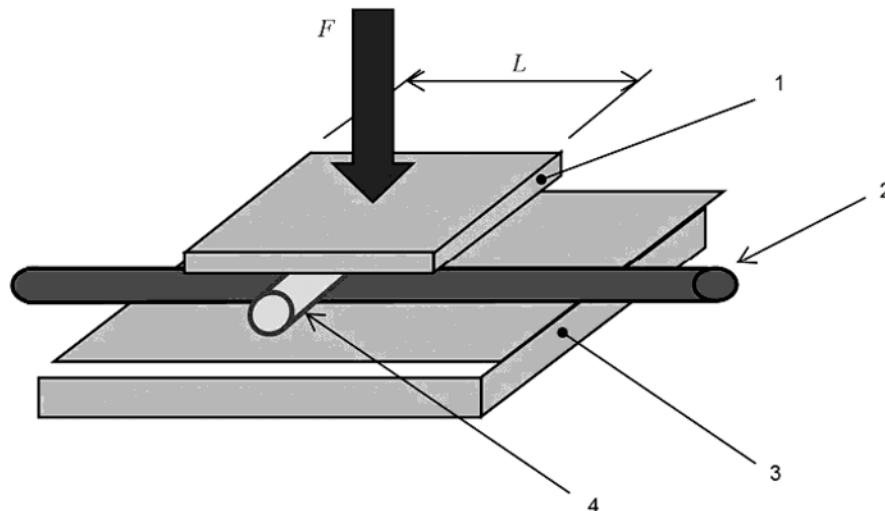
- einwirkende Gesamtkraft F ;
- Dauer der Krafteinwirkung;
- Anzahl der Prüfungen;
- Abstand zwischen den Prüfstellen;
- Anordnung des Dorns, falls angewendet;
- größte zulässige Änderung des optischen Übertragungsverhältnisses bei der Kurzzeit- und der Langzeitbelastung während und nach der Prüfung.



Legende

- R Radius der Kante der beweglichen Platte, 5 mm
 F Kraft auf die bewegliche Platte, wie in der zutreffenden Spezifikation festgelegt
 L Länge der Platte, 100 mm
 1 bewegliche Platte
 2 zu prüfendes Kabel
 3 feststehende Platte

Bild 5 – Prüfaufbau für die Prüfung des Querdrucks, Verfahren E3A, Einzelheiten für die Variante Platte/Platte



Legende

- F Kraft auf die bewegliche Platte, wie in der zutreffenden Spezifikation festgelegt
- L Länge der Platte, 100 mm
- 1 bewegliche Platte
- 2 zu prüfendes Kabel
- 3 feststehende Platte
- 4 Dorn (Zylinder oder Halbzylinder), Durchmesser 25 mm

Bild 6 – Prüfaufbau für die Prüfung des Querdrucks, Verfahren E3B, Einzelheiten für die Variante Dorn/Platte

6 Verfahren E4: Schlag

6.1 Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist die Bestimmung der Fähigkeit eines LWL-Kabels, einem Schlag zu widerstehen.

6.2 Probe

6.2.1 Probenlänge

Die Probenlänge muss ausreichend sein, um die festgelegte Prüfung durchzuführen. Wenn nur die physische Beschädigung bewertet werden muss, darf die Länge in einem Bereich von 1 m (z. B. für Rangierkabel mit kleinem Durchmesser oder Duplexkabel) bis 5 m (für Kabel mit größeren Durchmessern) liegen. Größere Längen sind unter Umständen für die Durchführung optischer Messungen erforderlich.

6.2.2 Abschluss

Die Probe muss an jedem Ende mit einem Steckverbinder oder in einer Weise abgeschlossen sein, dass die Fasern, Ummantelungen und alle Zugelemente fachgerecht zusammengeklemt sind. An den Schlagprüfgeräten dürfen Klemmen verwendet werden oder die Probe darf lang genug sein, so dass keine Einspannung erforderlich ist.