

	DIN IEC 60794-5-10 (VDE 0888-5-10)	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
ICS 33.180.10		
Einsprüche bis 2008-08-31		
<div>Entwurf</div>		
Lichtwellenleiterkabel – Teil 5-10: Familienspezifikation für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre zur Installation durch Einblasen für die Anwendung im Freien (IEC 86A/1205/CD:2008)		
Optical fibre cables – Part 5-10: Family specification for outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing (IEC 86A/1205/CD:2008)		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-06-30 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
<ul style="list-style-type: none">– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 78 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86A/1205/CD:2008 „Optical fibre cables – Part 5-10: Family specification for outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom SC 86A „Fibres and cables“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.6 „Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterkabel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2-2	IEC 60068-2-2	DIN EN 60068-2-2	–
–	IEC 60304	DIN IEC 60304	–
EN 60793-1-20	IEC 60793-1-20	DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220)	VDE 0888-220
EN 60793-1-40	IEC 60793-1-40	DIN EN 60793-1-40 (VDE 0888-240)	VDE 0888-240
EN 60793-1-44	IEC 60793-1-44	DIN EN 60793-1-44 (VDE 0888-244)	VDE 0888-244
EN 60793-2-10	IEC 60793-2-10	DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321)	VDE 0888-321
EN 60793-2-50	IEC 60793-2-50	DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325)	VDE 0888-325
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	IEC 60794-1-2	DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2)	VDE 0888-100-2
EN 60794-3	IEC 60794-3	DIN EN 60794-3 (VDE 0888-108)	VDE 0888-108
EN 60794-5	IEC 60794-5:2006	DIN EN 60794-5 (VDE 0888-500)	VDE 0888-500
–	IEC 60794-5-20	–	–
EN 60811-1-1	IEC 60811-1-1	DIN EN 60811-1-1 (VDE 0473-811-1-1)	VDE 0473-811-1-1)
EN 60811-5-1	IEC 60811-5-1	DIN EN 60811-5-1 (VDE 0473-811-5-1)	VDE 0473-811-5-1

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-2, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfgruppe B: Trockene Wärme*

DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220), *Lichtwellenleiter – Teil 1-20: Messmethoden und Prüfverfahren – Fasergeometrie*

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

DIN EN 60793-1-44 (VDE 0888-244), *Lichtwellenleiter – Teil 1-44: Messmethoden und Prüfverfahren – Grenzwellenlänge*

DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321), *Lichtwellenleiter – Teil 2-10: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Mehrmodenfasern der Kategorie A1*

— Entwurf —

E DIN IEC 60794-5-10 (VDE 0888-5-10):2008-07

DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325), *Lichtwellenleiter – Teil 2-50: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Einmodenfasern der Kategorie B*

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

DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-2: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel*

DIN EN 60794-3 (VDE 0888-108), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 3: Rahmenspezifikation – Außenkabel*

DIN EN 60794-5 (VDE 0888-500), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 5: Rahmenspezifikation – Mikrorohr-Verkabelung zur Installation durch Einblasen*

DIN EN 60811-1-1 (VDE 0473-811-1-1), *Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren – Teil 1-1: Allgemeine Anwendung – Messung der Wanddicke und der Außenmaße – Verfahren zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften*

DIN EN 60811-5-1 (VDE 0473-811-5-1), *Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren – Teil 5-1: Besondere Prüfverfahren für Füllmassen - Tropfpunkt - Ölabscheidung – Kälterissbeständigkeit – Gesamtsäurezahl – Abwesenheit korrosiver Bestandteile – Dielektrizitätskonstante bei 23°C – Gleichstromwiderstand bei 23°C und 100°C*

DIN IEC 60304, *Standardfarben der Isolierung von Niederfrequenz-Kabeln und -Drähten*

Lichtwellenleiterkabel – Teil 5-10: Familienspezifikation für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre zur Installation durch Einblasen für die Anwendung im Freien

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Symbole	8
4 Familienspezifikation für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre zur Installation durch Einblasen für die Anwendung im Freien	9
4.1 Aufbau	9
4.1.1 Allgemeines	9
4.1.1.1 Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel	9
4.1.1.2 Mikrorohr	9
4.1.1.3 Geschützte Mikrorohre	10
4.1.1.4 Formstücke für Mikrorohre	10
4.1.1.5 Anlagenteile von Mikrorohren	10
4.2 Lichtwellenleiter	11
4.2.1 Einmoden-Lichtwellenleiter	11
4.2.1.1 Nicht-dispersionsverschobene Einmoden-Lichtwellenleiter (B1.1)	11
4.2.1.2 Nicht-dispersionsverschobene Einmoden-Lichtwellenleiter (B1.3)	12
4.2.1.3 Dispersionsverschobene Einmoden-Lichtwellenleiter (B2)	12
4.2.1.4 Einmoden-Lichtwellenleiter ohne verschobene Nulldispersion (B4)	12
4.2.1.5 Einmoden-Lichtwellenleiter ohne verschobene Nulldispersion (B5)	13
4.2.1.6 Gegen Biegeverluste unempfindliche Einmoden-Lichtwellenleiter (B6)	13
4.2.2 Mehrmoden-Lichtwellenleiter (A1a und A1b)	14
4.3 Installations- und Betriebsbedingungen	14
4.3.1 Bedingungen	14
4.3.2 Anzuwendende Prüfungen	14
4.4 Mechanische Prüfungen und Umweltprüfungen	15
4.4.1 Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel	15
4.4.1.1 Anzuwendende Prüfungen	15
4.4.1.2 Familienanforderungen und Prüfbedingungen für die Prüfung von Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabeln	15
4.4.2 Mikrorohre	20
4.4.2.1 Anzuwendende Prüfungen	20
4.4.2.2 Familienanforderungen und Prüfbedingungen für die Prüfung von Mikrorohren	20
4.4.3 Geschützte Mikrorohre	23
4.4.3.1 Anzuwendende Prüfungen	23
4.4.3.2 Familienanforderungen und Prüfbedingungen für die Prüfung von geschützten Mikrorohren	23

	Seite
Anhang A (informativ) Familienspezifikationen für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre (Vordruck für Bauartspezifikationen und Mindestanforderungen)	26
A.1 Beschreibung von Mikrorohr-Lichtwellenleitern	26
A.2 Beschreibung von Mikrorohren	27
A.3 Beschreibung von geschützten Mikrorohren	28
A.4 Beschreibung von Formstücken für Mikrorohre	29
Anhang B (normativ) Produktaufbau	30
B.1 Aufbau von Mikrorohr-Lichtwellenleitern für die Anwendung im Freien	30
B.2 Aufbau von Mikrorohren	31
B.3 Aufbau von geschützten Mikrorohren	32
B.4 Aufbau von Formstücken für Mikrorohre	32
Anhang C (normativ) Prüfverfahren für die Druckfestigkeit von Mikrorohren	33
C.1 Zweck	33
C.2 Allgemeines	33
C.3 Prüflinge	33
C.4 Prüfeinrichtung	33
C.5 Durchführung	33
C.6 Anforderungen	33
C.7 Festzulegende Einzelheiten	34
Anhang D (normativ) Prüfverfahren für die Nachweisprüfung der Installationsstrecke	35
D.1 Zweck	35
D.2 Allgemeines	35
D.3 Prüfling	35
D.4 Prüfeinrichtung	35
D.5 Durchführung	35
D.6 Anforderungen	35
D.7 Aufzuzeichnende Einzelheiten	35
Anhang E (normativ) Installationsprüfverfahren für ein Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel	36
E.1 Zweck	36
E.2 Allgemeines	36
E.3 Prüfling	36
E.4 Prüfeinrichtung	36
E.5 Durchführung	36
E.6 Anforderungen	36
E.7 Aufzuzeichnende Einzelheiten	37
Anhang F (informativ) Weitere Anforderungen für Kabel, die der MICE-Umweltklassifizierung unterliegen (ISO/IEC 24704 und verwandte Normen)	38

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60794 ist eine Familienspezifikation und gilt für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel zur Installation durch Einblasen für die Anwendung im Freien sowie die entsprechenden Mikrorohre, die zusammen eine Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabelanlage bilden. Obwohl die im vorliegenden Dokument beschriebenen Kabel in erster Linie für Mikrorohranwendungen im Freien vorgesehen sind, dürfen die Produkte in Einzelfällen nach einer Vereinbarung zwischen Lieferant und Kunde und soweit zulässig für kurze Längen in anderen Anwendungen eingesetzt werden. Dazu können kurze Strecken innerhalb von Gebäuden oder in anderen Anwendungen im Freien gehören, wie z. B. der Übergang zwischen getrennten (nicht verbundenen) Mikrorohranlagen oder zwischen einer Mikrorohranlage und einer anderen Schutzvorrichtung wie einem Kabelschutzrohr oder einem Installationskanal.

Für Anlagen, die aus Bauteilen nach dieser Norm aufgebaut sind, gelten, soweit zutreffend, die Anforderungen der Rahmenspezifikation IEC 60794-5. Anhang A des vorliegenden Dokuments enthält einen Vordruck für Bauartspezifikationen für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel für die Anwendung im Freien und die entsprechenden Mikrorohre mit bestimmten Mindestanforderungen. Mit Anhang A als Leitfaden können auf der Grundlage der vorliegenden Familienspezifikation Bauartspezifikationen erstellt werden. Anhang B enthält normative Anforderungen für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel. Im Anhang C sind normative Anforderungen für die Druckprüfung von Mikrorohren beschrieben. Anhang D enthält normative Richtlinien für die Nachweisprüfung der Installationsstrecke. Im Anhang E sind informativ Referenzprüfverfahren für die Einblasprüfung angegeben. Anhang F ist ein Vordruck für Bauartspezifikationen für Kabel nach ISO/IEC 24702.

Die in der vorliegenden Norm festgelegten Parameter können durch eine Messunsicherheit beeinflusst sein, die entweder durch Messfehler oder durch Kalibrierfehler aufgrund des Fehlens geeigneter Normen entsteht. Die Interpretation der Annahmekriterien sollte unter Berücksichtigung dieser Faktoren erfolgen.

Die Anzahl der geprüften Lichtwellenleiter und Mikrorohre muss für die Bauart des Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabels repräsentativ sein und sollte zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

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 60068-2-2, *Environmental testing*

IEC 60304, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

IEC 60793-1-20, *Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

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

IEC 60793-1-44, *Optical fibres – Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength*

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

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

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

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures*

IEC 60794-3, *Optical fibre cables – Part 3: Sectional specification – Outdoor cables*

IEC 60794-5, *Optical fibre cables – Part 5: Optical fibre cables*

E DIN IEC 60794-5-10 (VDE 0888-5-10):2008-07

IEC 60794-5-20, *Optical fibre cables – Part 5-20: Optical fibre cables – Family specification for outdoor microduct fibre units, microducts and protected microducts for installation by blowing*

IEC 60811-1-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1-1: Methods for general application – Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-5-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 5: Methods specific to filling compounds – Section one – Drop-point – Separation of oil – Lower temperature brittleness – Total acid number – Absence of corrosive components – Permittivity at 23°C – D.C. resistivity at 23 C und 100 C*

3 Symbole

Für die Anwendung dieses Teils von IEC 60794 gelten folgende Symbole.

λ_{cc}	Grenzwellenlänge des verkabelten Lichtwellenleiters
ΔD	kleinste Wanddicke
$\Delta D'$	Mindestdicke der äußeren Umhüllung des geschützten Mikrorohrs
d	Nennaußendurchmesser des Mikrorohrkabels
DS	Bauartspezifikation (en: Detail specification)
ID	Nenninnendurchmesser des Mikrorohrs
OD	Nennaußendurchmesser des Mikrorohrs
OD'	Nennaußendurchmesser des geschützten Mikrorohrs
T_O	Schwellwert der Zugkraft, unterhalb dem bei der Prüfung des Zug-/Dehnungsverhaltens kein Anstieg der Dämpfung und/oder der Faserbeanspruchung auftreten sollte
T_M	zulässiger Betrag der kurzzeitigen Zugkraft, die auf das Kabel wirken kann, ohne dass sich bei der Prüfung des Zug-/Dehnungsverhaltens eine dauerhafte Verschlechterung der Kennwerte des Lichtwellenleiters ergibt
T_{A1}	untere Temperaturgrenze (Einsatz und Lagerung) bei der Temperaturwechselprüfung nach IEC 60794-1-2, Verfahren F1
T_{A2}	sekundäre untere Temperaturgrenze für den erweiterten Lagerungstemperaturbereich nach IEC 60794-1-2, Verfahren F1
T_{B1}	obere Temperaturgrenze (Einsatz und Lagerung) bei der Temperaturwechselprüfung nach IEC 60794-1-2, Verfahren F1
T_{B2}	sekundäre obere Temperaturgrenze für den erweiterten Lagerungstemperaturbereich nach IEC 60794-1-2, Verfahren F1
t_1	Verweilzeit beim Temperaturwechsel
$n \times d$	Produkt aus einer Variablen und dem Außendurchmesser des Kabels, das zur Bestimmung der geeigneten Größen für Biegungen, Dorne usw. benutzt wird
$n \times OD$	Produkt aus einer Variablen und dem Außendurchmesser des Mikrorohrs, das zur Bestimmung der geeigneten Größen für Biegungen, Dorne usw. benutzt wird
$n \times OD'$	Produkt aus einer Variablen und dem Außendurchmesser des geschützten Mikrorohrs, das zur Bestimmung der geeigneten Größen für Biegungen, Dorne usw. benutzt wird
W	Masse eines 1 km langen Mikrorohrs, geschützten Mikrorohrs oder Lichtwellenleiterkabels

4 Familienspezifikation für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre zur Installation durch Einblasen für die Anwendung im Freien

4.1 Aufbau

4.1.1 Allgemeines

Zusätzlich zu den Anforderungen an den Aufbau in IEC 60794-5 gelten für Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel sowie die zugehörigen Mikrorohre und geschützten Mikrorohre für die Anwendung im Freien soweit zutreffend folgende Bedingungen.

Die in der vorliegenden Spezifikation behandelten Produkte müssen für eine erwartete Betriebslebensdauer von mindestens 20 Jahren ausgelegt und hergestellt sein. Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel sind für den Einbau in Mikrorohre oder geschützte Mikrorohre und in geeignete Gehäuse vorgesehen. Im vorliegenden Dokument sind die Mikrorohre und geschützten Mikrorohre festgelegt, die für den Einsatz mit Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabeln geeignet sind. Die Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel sind für die Installation in diesen Mikrorohren und deren Betriebslebensdauer optimiert.

Während der Betriebslebensdauer muss es möglich sein, die Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel im Mikrorohr oder im geschützten Mikrorohr durch Einblasen zu installieren oder daraus zu entfernen, mit Ausnahme folgender Bedingungen:

- a) Die Produkte werden durch mehrfache Installations- oder Entfernungsvorgänge gefährdet.
- b) Die Mikrorohre sind durch ungenügende Wartung durch Ablagerungen, Schmutz oder andere Fremdstoffe verschmutzt.
- c) Die Mikrorohre sind durch äußere Einwirkungen wie Ausgraben, Erdaushub usw. beschädigt.

In diesen Fällen muss der betroffene Abschnitt des Mikrorohrs vor der Installation eines Mikrorohrkabels freigelegt oder repariert oder das Produkte ersetzt werden.

Die Eignung des Mikrorohrs sollte mit einer Maßhaltigkeitsprüfung des Durchlassraums und einer statischen Druckprüfung der Mikrorohrstrecke nachgewiesen werden.

Von den in Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabeln, Mikrorohren oder geschützten Mikrorohren eingesetzten Materialien dürfen während des bestimmungsgemäßen Einsatzes keine Gesundheitsgefährdungen ausgehen.

4.1.1.1 Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel

Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel sind für eine Installation durch Einblasen in ein Mikrorohr geeignet. Obwohl es in Produktspezifikationen für Kabel wie IEC 60794-2, IEC 60794-3 oder IEC 60794-4 nicht ausdrücklich angegeben ist, können Kabelprodukte, die speziell zur Installation durch Einblasen in Mikrorohre vorgesehen sind, auch anderen Industrienormen und Spezifikationen genügen. Sie sind jedoch oft mechanisch nicht so stabil wie herkömmliche Lichtwellenleiterkabel für eine Anwendung im Freien und erfordern deshalb zur Vermeidung von Beschädigungen geeignete Installations- und Handhabungsverfahren. Ad-hoc-Installationstechniken können die optische Leistungsfähigkeit oder die Betriebslebensdauer des Produkts herabsetzen.

4.1.1.2 Mikrorohr

Ein für die Installation von Mikrorohrkabeln geeignetes Mikrorohr ist ein dünnes, flexibles, leichtes Rohr mit einem typischen Außendurchmesser bis 16 mm. Verglichen mit Mikrorohr-LWL-Einheiten (siehe IEC 60794-5-20) sind Mikrorohrkabel mechanisch stabiler, der mechanische Schutz beruht aber mehr als bei herkömmlichen Kabeln auf Mikrorohren und geschützten Mikrorohren oder entsprechenden Umhüllungen. Aus diesem Grund muss ein Mikrorohr die realistischen Schlag-, Druck- und Biegeanforderungen für eine Anwendung erfüllen. Es kann ein geschütztes Mikrorohr gefordert werden.

Die Mikrorohre müssen Druckunterschieden standhalten, die bei der Installation durch Einblasen benötigt werden. Über ihre gesamte Länge muss der Querschnitt der Mikrorohre gleichmäßig rund sein und ihre innere Oberfläche muss einen niedrigen Reibungskoeffizienten aufweisen. Die Innen- und Außendurchmes-

ser müssen festgelegt sein. Als Alternative darf der Lieferant als Installationshilfe einen besonderen Belag oder eine Antihafbeschichtung auf die Innenseite des Mikrorohrs aufbringen. Diese Beschichtungen sollten den festgelegten Innendurchmesser des Mikrorohrs nicht verringern.

Mikrorohre sind im Allgemeinen für eine leichte Installation innerhalb von Installationsrohren oder als Komponenten innerhalb eines in 4.1.1.3 beschriebenen geschützten Mikrorohrs vorgesehen. Es muss in allen Fällen möglich sein, jedes einzelne Mikrorohr über die gesamte Länge zu identifizieren. Verwendete Einfärbungen müssen IEC 60304 entsprechen.

Im Freien errichtete und nicht belegte Mikrorohre müssen an jedem Ende abgedichtet werden, damit keine Feuchtigkeit, kein Schmutz, keine Insekten oder andere Fremdstoffe eindringen können, die dann die erfolgreiche Installation des Kabels verhindern können. Im Freien errichtete und nicht sofort belegte Mikrorohre müssen vor der Verwendung auf Verstopfung geprüft werden.

4.1.1.3 Geschützte Mikrorohre

Ein geschütztes Mikrorohr ist ein Mikrorohr oder sind mehrere Mikrorohre, das/die von einem Schutzmantel und/oder von einem größeren Schutzrohr umgeben ist/sind. Ein geschütztes Mikrorohr kann im Vergleich zu einem einfachen Mikrorohr einen zusätzlichen Quetsch- und Schlagschutz bieten. Dieser zusätzliche Schutz kann für eine bestimmte Betriebsumgebung oder ein bestimmtes Installationsverfahren erforderlich sein. Der Schutzmantel darf eine integrierte Bewehrungslage oder eine dickere äußere Umhüllung umfassen. Es muss in allen Fällen möglich sein, jedes einzelne Mikrorohr über die gesamte Länge zu identifizieren. Verwendete Einfärbungen müssen IEC 60304 entsprechen.

4.1.1.4 Formstücke für Mikrorohre

Formstücke für Mikrorohre sind Bauteile, die zur Ausrichtung, Verbindung und Abdichtung der Verbindung zwischen zwei oder mehreren Abschnitten eines Mikrorohrs oder zur Verbindung von Mikrorohr und Anlagenteilen erforderlich sind. Mehrere Mikrorohre können in Reihe verbunden werden, um lange Installationsstrecken von Mikrorohrkabeln zu führen, oder sie können in einer verzweigten Anordnung mit mehreren Ausgangsanschlüssen für einen vorgegebenen Eingang innerhalb desselben Systems verbunden werden. Letzteres kann in Campus-Netzen (Local Area Networks, LANs) oder für LWL-Anschlüsse bis ins Gebäude (Fibre-To-The-Premises, FTTP) angewendet werden, um eine zusätzliche Flexibilität zu ermöglichen, mit der häufige Änderungen des LWL-Verteilungssystems unterstützt werden können.

Formstücke sollten für die Bauweise des Mikrorohrs geeignet sein. Ebenso können Anforderungen an das mechanische und umweltbezogene Betriebsverhalten von Formstücken erfordern, diese im angebauten Zustand an die Abschnitte der Rohre (oder Anlagenteile) zu prüfen, um die Zusammenpassfähigkeit und Betriebskompatibilität zu sichern. Die spezifischen physikalischen Merkmale und Werkstoffeigenschaften aller verwendeten Formstücke sollten zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

Formstücke für Mikrorohre müssen den Druckunterschieden standhalten können, die für die Installation der Mikrorohrkabel durch Einblasen benötigt werden. Die Formstücke müssen einen glatten Übergang von Mikrorohrkabeln zwischen aufeinander folgenden Abschnitten des Mikrorohrs oder zwischen Mikrorohren und Anlagenteilen ermöglichen und müssen so aufgebaut und montiert sein, dass es beim höchsten Installationsdruck nicht zu Störungen im Mikrorohrkabel an Spleißen, Verzweigungspunkten oder anderen Anschlusspunkten kommt.

Aufeinander folgende Abschnitte des Mikrorohrs können auch verschweißt oder mit anderen Mitteln entlang derselben Längsachse ohne die Anwendung mechanischer Formstücke gesichert werden. Derartige Verbindungen müssen die gleichen mechanischen und maßbezogenen Anforderungen erfüllen, die auch für Verbindungen mit mechanischen Formstücken gelten.

Zur Erleichterung der Identifikation von belegten Mikrorohren und zur Fehlerbeseitigung bei installationsbezogenen Problemen dürfen durchscheinende oder durchsichtige Werkstoffe eingesetzt werden.

4.1.1.5 Anlagenteile von Mikrorohren

Zu Anlagenteilen von Mikrorohren gehören die Gehäuse und Verschlussvorrichtungen zur Aufnahme des Endenabschlusses von Mikrorohrkabeln und von Spleißungen oder Konfektionierungen. Da Mikrorohrkabel

im Allgemeinen mit Anlagenteilen von herkömmlichen Lichtwellenleiter-Freiluftkabeln kompatibel sind, werden trotz der relativ geringen Größe hier keine besonderen Anforderungen an die Anlagenteile von Mikrorohren gestellt. Zur Herstellung einer abgedichteten Mikrorohr-Kabelanlage kann in einigen Anwendungen der Einsatz von an die Mikrorohre angepassten Anlagenteilen günstig sein. Ein Beispiel dafür ist die Vorinstallation von leeren Mikrorohren in Anlagenteilen zur Unterstützung der zukünftigen Anordnung von Mikrorohrkabeln.

4.2 Lichtwellenleiter

Wenn es nicht anders zwischen Kunde und Lieferant vereinbart ist, darf es in der Lieferlänge keinen Faserspleiß geben.

Es muss möglich sein, jede einzelne Faser über die gesamte Länge der Mikrorohrkabel zu identifizieren.

4.2.1 Einmoden-Lichtwellenleiter

Tabelle 1 – Allgemeine Anforderungen an Einmoden-Lichtwellenleiter

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Unverkabelter Lichtwellenleiter	4.2.1	IEC 60793-2-50		
Grenzwellenlänge des verkabelten Lichtwellenleiters	4.2.1.2	$\lambda_{CC} < \lambda_{Betrieb}$	IEC 60793-1-44	
Faserfärbung	4.2.3	IEC 60304	Sichtprüfung	Neuer Abschnitt

4.2.1.1 Nicht-dispersionsverschobene Einmoden-Lichtwellenleiter (B1.1)

Tabelle 2 – Dämpfungsanforderungen an verkabelte Lichtwellenleiter der Bauart B1.1

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Dämpfungskoeffizient*		Nach DS	IEC 60793-1-40	
bei 1 310 nm	4.2.1.1.1	$\leq 0,40 \text{ dB/km}$		
bei 1 550 nm		$\leq 0,35 \text{ dB/km}$		
bei 1 625 nm**		$\leq 0,40 \text{ dB/km}$		
Diskontinuitäten der Dämpfung bei 1 310 nm und 1 550 nm	4.2.1.1.2	$\leq 0,10 \text{ dB/km}$	IEC 60793-1-40	

*ANMERKUNG 1 Einzelwerte dürfen zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

**ANMERKUNG 2 Das Betriebsverhalten bei 1 625 nm ist abhängig von der Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant wahlfrei.

4.2.1.2 Nicht-dispersionsverschobene Einmoden-Lichtwellenleiter (B1.3)

Tabelle 3 – Dämpfungsanforderungen an verkabelte Lichtwellenleiter der Bauart B1.3

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Dämpfungskoeffizient*		Nach DS	IEC 60793-1-40	
bei 1 310 nm	4.2.1.1.1	$\leq 0,40$ dB/km		
bei 1 383 +/- 3 nm		$\leq 0,40$ dB/km		
bei 1 550 nm		$\leq 0,30$ dB/km		
bei 1 625 nm**		$\leq 0,40$ dB/km		
Diskontinuitäten der Dämpfung bei 1 310 nm und 1 550 nm	4.2.1.1.2	$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40	

*ANMERKUNG 1 Einzelwerte dürfen zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

**ANMERKUNG 2 Das Betriebsverhalten bei 1 625 nm ist abhängig von der Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant wahlfrei.

4.2.1.3 Dispersionsverschobene Einmoden-Lichtwellenleiter (B2)

Tabelle 4 – Dämpfungsanforderungen an verkabelte Lichtwellenleiter der Bauart B2

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Dämpfungskoeffizient*		Nach DS	IEC 60793-1-40	
bei 1 550 nm	4.2.1.1.1	$\leq 0,35$ dB/km		
Diskontinuitäten der Dämpfung bei 1 550 nm	4.2.1.1.2	$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40	

*ANMERKUNG Einzelwerte dürfen zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

4.2.1.4 Einmoden-Lichtwellenleiter ohne verschobene Nulldispersion (B4)

Tabelle 5 – Dämpfungsanforderungen an verkabelte Lichtwellenleiter der Bauart B4

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Dämpfungskoeffizient*		Nach DS	IEC 60793-1-40	
bei 1 550 nm	4.2.1.1.1	$\leq 0,35$ dB/km		
bei 1 625 nm**		$\leq 0,40$ dB/km		
Diskontinuitäten der Dämpfung bei 1 550 nm	4.2.1.1.2	$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40	

*ANMERKUNG 1 Einzelwerte dürfen zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

**ANMERKUNG 2 Das Betriebsverhalten bei 1 625 nm ist abhängig von der Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant wahlfrei.

4.2.1.5 Einmoden-Lichtwellenleiter ohne verschobene Nulldispersion (B5)

Diese Tabelle wurde in Erwartung einer Überarbeitung von IEC 60793-5-50 für Lichtwellenleiter der Bauart B5 erstellt.

Tabelle 6 – Dämpfungsanforderungen an verkabelte Lichtwellenleiter der Bauart B5

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Dämpfungskoeffizient*		Nach DS	IEC 60793-1-40	
bei 1 550 nm	4.2.1.1.1	$\leq 0,35$ dB/km		
bei 1 625 nm**		$\leq 0,40$ dB/km		
Diskontinuitäten der Dämpfung bei 1 550 nm	4.2.1.1.2	$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40	

*ANMERKUNG 1 Einzelwerte dürfen zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

**ANMERKUNG 2 Das Betriebsverhalten bei 1 625 nm ist abhängig von der Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant wahlfrei.

4.2.1.6 Gegen Biegeverluste unempfindliche Einmoden-Lichtwellenleiter (B6)

Tabelle 7 – Dämpfungsanforderungen an verkabelte Lichtwellenleiter der Bauart B6

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Dämpfungskoeffizient*		Nach DS	IEC 60793-1-40	
B6a 1 310 nm bis 1 625 nm		$\leq 0,40$ dB/km		
B6b 1 310 nm		$\leq 0,50$ dB/km		
1 550 nm		$\leq 0,30$ dB/km		
1 625 nm		$\leq 0,40$ dB/km		
Diskontinuitäten der Dämpfung bei 1 550 nm		$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40	

*ANMERKUNG Einzelwerte dürfen zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

4.2.2 Mehrmoden-Lichtwellenleiter (A1a und A1b)

Tabelle 8 – Allgemeine Anforderungen an Mehrmoden-Lichtwellenleiter (A1a und A1b)

Eigenschaften	Abschnitt in IEC 60794-5	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Unverkabelter Lichtwellenleiter	4.2.2	IEC 60793-2-10		
Dämpfungskoeffizient* (verkabelte Lichtwellenleiter)		Nach BS	IEC 60793-1-40	
bei 850 nm	4.2.2.1	3,5 dB/km		
bei 1 300 nm		1,5 dB/km		
Diskontinuitäten der Dämpfung bei 850 nm und 1 300 nm	4.2.1.1.2	≤ 0,20 dB/km	IEC 60793-1-40	
Faserfärbung	4.2.3	IEC 60304	Sichtprüfung	Neuer Abschnitt

*ANMERKUNG Einzelwerte dürfen zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

4.3 Installations- und Betriebsbedingungen

4.3.1 Bedingungen

Das zwischen Kunde und Lieferant vereinbarte Feldbetriebsverhalten eines Mikrorohrkabels, eines Mikrorohrs und/oder eines geschützten Mikrorohrs darf an einer Prüfstrecke nachgewiesen werden. Die Installationsleistung kann von Umgebungsbedingungen beeinflusst werden, die deshalb überwacht werden sollten. Alternativ kann der Lieferant Leistungsdaten einer bestimmten Prüfstrecke unter spezifischen Umgebungsbedingungen und bei Anwendung eines festgelegten Installationsverfahrens liefern.

Der Nachweis, dass eine Mikrorohrkabel oder ein Mikrorohr mit einer Einblas-Installationstechnik installiert werden kann, ist kritisch. Zwischen Kunde und Lieferant müssen alle Anforderungen an die Installationsleistung festgelegt werden.

4.3.2 Anzuwendende Prüfungen

Tabelle 9 – Zur Ermittlung der Installationsleistung anzuwendende Prüfungen

Eigenschaften	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Allgemeine Anforderungen	Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant		
Prüfung für den Nachweis der Verbindungsstrecke	Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant	Anhang D	
Installationsprüfung	Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant	Anhang E	

4.4 Mechanische Prüfungen und Umweltprüfungen

Auf der Grundlage der während der Lebensdauer des Produkts erwarteten Betriebsbedingungen einschließlich der mechanischen Lasten, die bei der Installation auf das Produkt wirken, legen die folgenden Abschnitte die Produktleistung von Mikrorohrkabeln, Mikrorohren und geschützten Mikrorohren fest.

4.4.1 Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel

4.4.1.1 Anzuwendende Prüfungen

Tabelle 10 – Zur Ermittlung des mechanischen Betriebsverhaltens und des umweltbezogenen Betriebsverhaltens der Mikrorohrkabel anzuwendende Prüfungen

Eigenschaften	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Zugfestigkeit	4.4.1.2.1	IEC 60794-1-2, Verfahren E1A und E1B	
Wiederholte Biegung	4.4.1.2.2	IEC 60794-1-2, Verfahren E6	
Biegung	4.4.1.2.3	IEC 60794-1-2, Verfahren E11B	
Knickfestigkeit	4.4.1.2.4	IEC 60794-1-2, Verfahren E10	
Querdruck	4.4.1.2.5	IEC 60794-1-2, Verfahren E3	
Temperaturwechsel	4.4.1.2.6	IEC 60794-1-2, Verfahren F1	
Alterung	4.4.1.2.7	IEC 60794-5-10	
Längswasserdichtigkeit	4.4.1.2.8	IEC 60794-1-2 Verfahren F5B	
Wassereintauchprüfung	4.4.1.2.9	IEC 60794-5-10	
Tieftemperaturprüfung	4.4.1.2.10	EIA/TIA-455-98	
Torsion	4.4.1.2.11	IEC 60794-1-2 Verfahren E7	
Schlag	4.4.1.2.12	IEC 60794-1-2 Verfahren E4	
LWL-Bandkabel (falls verwendet):			
Abtrennbarkeit einzelner Fasern vom LWL-Band	4.4.1.2.13	IEC 60794-1-2, Verfahren G5	
Absetzbarkeit	4.4.1.2.13	IEC 60794-5-10	

4.4.1.2 Familienanforderungen und Prüfbedingungen für die Prüfung von Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabeln

Der Ausdruck „keine Dämpfungsänderung“ bedeutet, dass jede entweder positive oder negative Änderung des Messwerts innerhalb der Messunsicherheit vernachlässigt werden muss.

Tabelle 11 – Prüfwellenlänge und Messunsicherheit

Art des Lichtwellenleiters	Prüfwellenlänge	Größte Messunsicherheit	Bemerkungen
Einmoden-Lichtwellenleiter	1 550 nm	+/- 0,05 dB	Der Kunde darf eine andere Betriebswellenlänge festlegen. Bei 1 625 nm müssen die Kriterien des Betriebsverhaltens zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.
Mehrmoden-Lichtwellenleiter	850 nm	+/- 0,05 dB	Der Kunde darf eine andere Betriebswellenlänge festlegen.

Die Prüfungen müssen nach der Bauartspezifikation aus folgenden Prüfungen ausgewählt werden.

4.4.1.2.1 Zugfestigkeit

a) Familienanforderungen

Bei Bemessungszugkraft darf die Dehnung des Lichtwellenleiters 60 % der Dehngrenze nicht überschreiten. Nach Entfernung der Kraft darf keine Dämpfungsänderung eingetreten sein. Zwischen Kunde und Lieferant dürfen weitere Kriterien vereinbart werden.

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung der äußeren Umhüllung oder der Kabelelemente sichtbar sein.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, E1A oder E1B
Länge unter Zug:	mindestens 50 m; unter Berücksichtigung von Messunsicherheit und Endeneffekten dürfen zwischen Kunde und Lieferant kürzere Längen vereinbart werden
Faserlänge:	fertige Kabellänge
Zugkraft am Kabel:	1 W des Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabels oder 50 N, je nachdem, welcher Wert höher ist
Durchmesser der Umlenkeinrichtung:	nicht kleiner als der dynamische Mindestbiegedurchmesser, der für das Mikrorohr-Lichtwellenleiterkabel festgelegt ist

4.4.1.2.2 Wiederholte Biegung

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung der äußeren Umhüllung und der Kabelelemente sichtbar sein.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, E6
Biegeradius:	20 <i>d</i> oder 30 mm, je nachdem, welcher Wert größer ist
Last:	ausreichend, um einen gleichmäßigen Kontakt mit dem Wickeldorn zu sichern
Anzahl der Zyklen:	25
Dauer der Zyklen:	etwa 2 s

4.4.1.2.3 Biegung

a) Familienanforderungen

Die Dämpfungsänderung darf bei der Prüfung bei -30 °C für Einmoden-Lichtwellenleiter $\leq 0,1\text{ dB}$ und für Mehrmoden-Lichtwellenleiter $\leq 0,3\text{ dB}$ betragen.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, E11B
Dorndurchmesser:	$\leq 40\text{ d}$ oder 30 mm , je nachdem, welcher Wert größer ist
Anzahl der Zyklen:	3

4.4.1.2.4 Knickfestigkeit

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung des Kabels sichtbar sein.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, E10
Mindestdurchmesser:	20 d oder 30 mm , je nachdem, welcher Wert größer ist
Temperatur:	23 °C

4.4.1.2.5 Querdruck

a) Familienanforderungen

Unmittelbar nach Entfernung der Last darf keine Zunahme der Dämpfung eintreten. Bei einer Sichtprüfung darf keine Beschädigung des Mikrorohrkabels sichtbar sein. Der Abdruck der Platte oder des Dorns auf dem Mikrorohrkabel wird nicht als mechanische Beschädigung betrachtet.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, E3
Kraft (Platte/Platte):	500 N
Dauer der Lasteinwirkung:	1 min

4.4.1.2.6 Temperaturwechsel

a) Familienanforderungen

Dämpfungsmessungen müssen während des letzten Zyklus erfolgen.

Bei einer Änderung von T_{A1} auf T_{B1} darf keine Dämpfungsänderung gegenüber dem Wert bei Umgebungstemperatur eintreten.

Bei einer Änderung von T_{A2} auf T_{B2} muss die Dämpfungsänderung gegenüber dem Wert bei Umgebungstemperatur betragen:

- bei Einmoden-Lichtwellenleitern $\leq 0,15\text{ dB/km}$ und der Wert muss bei einer Messung bei der Nennwellenlänge von $1\,550\text{ nm}$ auf die Messunsicherheit rückführbar sein;
- bei Mehrmoden-Lichtwellenleitern $\leq 0,30\text{ dB/km}$ und der Wert muss bei einer Messung bei der Nennwellenlänge von $1\,300\text{ nm}$ auf die Messunsicherheit rückführbar sein.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, Verfahren F1
Probenlänge:	fertiges Mikrorohrkabel mit einer Länge von mindestens $1\,000\text{ m}$
Hohe Temperatur T_{B2} :	gemäßigtes Klima: $+70\text{ °C}$ kaltes Klima: $+60\text{ °C}$

E DIN IEC 60794-5-10 (VDE 0888-5-10):2008-07

Hohe Temperatur T_{B1} :	gemäßigtes Klima: +60 °C kaltes Klima: +30 °C
Niedrige Temperatur T_{A1} :	gemäßigtes Klima: -15 °C kaltes Klima: -15 °C
Niedrige Temperatur T_{A2} :	gemäßigtes Klima: -30 °C kaltes Klima: -45 °C
Anmerkung (Temperaturen):	zwischen Kunde und Lieferant können entsprechend der Klimabedingungen andere Temperaturwerte vereinbart werden
Erwärmungsgeschwindigkeit:	ausreichend gering, damit die Auswirkungen des Wechsels von der kalten Temperatur nicht zu einem Temperaturschock führen
t_1 :	24 h, wenn das Temperaturgleichgewicht nicht durch direkte Messung (des Prüflings oder eines Typprüfmusters) ermittelt wird
Anzahl der Zyklen:	2; T_{A1} und T_{B1} müssen in den letzten Zyklus von T_{A2} auf T_{B2} einbezogen werden, sie dürfen aber bei früheren Zyklen ausgelassen werden

4.4.1.2.7 Alterung

a) Familienanforderungen

Die Dämpfungsänderung darf nach der Alterung für Einmoden-Lichtwellenleiter $\leq 0,1$ dB und für Mehrmoden-Lichtwellenleiter $\leq 0,3$ dB betragen.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: Mit der in 4.4.1.2.6 festgelegten Geschwindigkeit wird die Temperatur des Mikrorohrkabels auf 85 °C erhöht und 24 h gehalten. Mit der gleichen Geschwindigkeit wird die Temperatur des Kabels auf 23 °C gesenkt. Die optische Dämpfung wird gemessen, nachdem das Kabel ein Temperaturgleichgewicht erreicht hat.

ANMERKUNG Die Alterung ist eine zerstörende Prüfung.

4.4.1.2.8 Längswasserdichtigkeit

a) Familienanforderungen

Nach den Anforderungen von IEC 60794-1-2, Verfahren F5B, darf sich längs des Kabels kein Wasser ausbreiten.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60794-1-2, Verfahren F5B

4.4.1.2.9 Eintauchen in Wasser

a) Familienanforderungen

Dämpfungsänderung bei Raumtemperatur:

- bei Einmoden-Lichtwellenleitern bei 1 550 nm $\leq 0,05$ dB/km;
- bei Mehrmoden-Lichtwellenleitern bei 850 nm $\leq 0,2$ dB/km

Die Dämpfung muss während der Prüfung mindestens alle 24 h überwacht werden.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60793-1-53

Wasser: entionisiertes Wasser plus eine gesättigte Salzlösung, die zwischen Kunde und Lieferant zu vereinbaren ist

Verweilzeit: 30 Tage

4.4.1.2.10 Tieftemperaturprüfung des Kabels

a) Familienanforderungen

Die Dämpfungsänderung darf für Einmoden-Lichtwellenleiter $\leq 0,15$ dB und für Mehrmoden-Lichtwellenleiter $\leq 0,30$ dB betragen.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: Nach EIA/TIA 455-98, Verfahren A

4.4.1.2.11 Torsion

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung der äußeren Umhüllung oder der Kabelelemente sichtbar sein.

Die Abweichung der Dämpfung jedes Lichtwellenleiters muss bei 1 550 nm oder nach Festlegung durch den Kunden bei der Betriebswellenlänge ≤ 10 dB betragen.

Nach der Prüfung darf keine dauerhafte Dämpfungsänderung eingetreten sein.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60794-1-2, E7

zu prüfende Länge: 2 m

Anzahl der Drehungen: eine halbe Drehung (um 180°) über die von Länge von 2 m in jeder Richtung

Anzahl der Zyklen: 5

4.4.1.2.12 Schlag

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung der äußeren Umhüllung oder der Kabelelemente sichtbar sein. Der Abdruck der Schlagfläche auf der Umhüllung wird nicht als mechanische Beschädigung betrachtet.

Der Restanstieg der Dämpfung muss bei 1 550 nm $< 0,1$ dB betragen.

b) Prüfbedingungen

Temperatur: Umgebungstemperatur

Anzahl der Schläge: einer an drei unterschiedlichen Stellen, jeweils mindestens 500 mm voneinander entfernt

Radius der Schlagfläche: 300 mm oder 10 mm

Schlagenergie: 1 J (bei einem Radius der Schlagfläche von 300 mm) oder 0,3 J (bei einem Radius der Schlagfläche von 10 mm)

4.4.1.2.13 Abtrennbarkeit einzelner Fasern vom LWL-Band (falls verwendet)

a) Familienanforderungen

Höchste Reißkraft 4,4 N.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60794-1-2, Verfahren G5

4.4.1.2.14 Absetzbarkeit des LWL-Bandes

a) Familienanforderungen

Mit einem handelsüblichen thermischen Abisolierwerkzeug für LWL-Bänder müssen mindestens 25 mm der Bündel- und Faserbeschichtung mechanisch entfernbar sein. Rückstände müssen mit einem fusselfreien Labortuch, das mit Isopropylalkohol getränkt ist, zu entfernen sein.

b) Prüfbedingungen

Umgebungstemperatur

4.4.2 Mikrorohre

4.4.2.1 Anzuwendende Prüfungen

Eigenschaften	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Druckbeanspruchung	4.4.2.2.1	Anhang C	
Durchlass	4.4.2.2.2	In Beratung	
Zugfestigkeit	4.4.2.2.4	IEC 60794-1-2, Verfahren E1A und E1B	
Elastizität	4.4.2.2.6	IEC 60794-1-2, Verfahren E10	
Knickfestigkeit	4.4.2.2.5	IEC 60794-1-2, Verfahren E10	
Querdruck	4.4.2.2.8	IEC 60794-1-2, Verfahren E3	
Schlag	4.4.2.2.7	IEC 60794-1-2, Verfahren E4	
Torsion	4.4.2.2.10	IEC 60794-1-2; Verfahren E7	
Biegung	4.4.2.2.5	IEC 60794-1-2, Verfahren E6	
Alterung	4.4.2.2.10	In Beratung	

4.4.2.2 Familienanforderungen und Prüfbedingungen für die Prüfung von Mikrorohren

Die Prüfungen müssen aus folgenden Prüfungen ausgewählt werden.

4.4.2.2.1 Druckbeanspruchung

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung des Mikrorohrs sichtbar sein.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: Anhang C

Sämtliche Mikrorohre müssen bei einer Temperatur von 20 °C für eine Dauer von 0,5 h einem Luftdruck mit mindestens dem 2,5fachen Wert des Einblasdrucks standhalten.

Darüber hinaus muss das gleiche Betriebsverhalten nachgewiesen werden, nachdem ein Prüfling eines Mikrorohrs für eine Dauer von 12 Wochen bei einer Temperatur von 60 °C gelagert wird.

Sämtliche Mikrorohre müssen bei einer Temperatur von 20 °C für eine Dauer von 24 h einem Prüfdruck mit mindestens dem 1,3fachen Wert des Einblasdrucks standhalten.

4.4.2.2.2 Rauigkeit der inneren Oberfläche

- a) Familienanforderungen

In Beratung.

- b) Prüfbedingungen

Verfahren: in Beratung

4.4.2.2.3 Reibungskoeffizient

- a) Familienanforderungen

In Beratung.

- b) Prüfbedingungen

Verfahren: in Beratung

4.4.2.2.4 Zugfestigkeit

- a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf nach der Prüfung keine Beschädigung sichtbar sein und die Prüfung des Durchlasses der Installationsstrecke muss bestanden werden.

- b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60794-1-2, E1A und E1B

Länge eines einzelnen Mikrorohrs
unter Zug: 200 m

Zugkraft am Mikrorohr: 0,5 W

Durchmesser der Umlenkeinrichtung: 30facher Durchmesser des Mikrorohrs

4.4.2.2.5 Biegung

- a) Familienanforderungen

Außen- und Innendurchmesser des Mikrorohrs dürfen bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung keine Beschädigung und keine Verringerung des Durchmessers über 15 % aufweisen.

- b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60794-1-2, E11

Dorndurchmesser: $\leq 40\ d$ oder 30 mm, je nachdem, welcher Wert größer ist

Anzahl der Windungen je Spirale: 4

Anzahl der Zyklen: 3

4.4.2.2.6 Elastizität

- a) Familienanforderungen

Außen- und Innendurchmesser des Mikrorohrs dürfen bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung keine Beschädigung und keine Verringerung des Durchmessers über 15 % aufweisen.

- b) Prüfbedingungen

Verfahren: zehn Windungen des Mikrorohrs müssen eng und fest um einen Dorn mit dem 15fachen Außendurchmesser des Mikrorohrs gewickelt werden

Dauer: 30 min

4.4.2.2.7 Schlag

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung des Mikrorohrs sichtbar sein. Die Restverformung darf nicht größer als 15 % des Mikrorohrdurchmessers sein und es darf keine Spaltung oder dauerhafte Zerstörung auftreten. Der Abdruck des Ambosses auf dem Mikrorohr wird nicht als mechanische Beschädigung betrachtet.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, Verfahren E3
Radius der Schlagfläche:	10 mm
Schlagenergie:	1 J
Erholzeit:	1 h
Anzahl der Schläge:	einer an drei unterschiedlichen Stellen, jeweils mindestens 500 mm voneinander entfernt

4.4.2.2.8 Querdruck

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung des Mikrorohrs sichtbar sein. Die Restverformung darf nicht größer als 15 % des Mikrorohrdurchmessers sein und es darf keine Spaltung oder dauerhafte Zerstörung auftreten. Der Abdruck der Schlagfläche auf der Umhüllung wird nicht als mechanische Beschädigung betrachtet.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, Verfahren E3
Probenlänge:	250 mm
Kraft (Platte/Platte):	50 d (d in mm) oder 450 N, je nachdem, welcher Wert geringer ist
Dauer:	1 min
Erholzeit:	1 h

4.4.2.2.9 Temperaturwechsel

a) Familienanforderungen

In Beratung (z. B. Prüfung auf Schrumpfung).

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, Verfahren D1
------------	-----------------------------

4.4.2.2.10 Alterung

a) Familienanforderungen

In Beratung (z. B. Prüfung auf Schrumpfung).

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	in Beratung
------------	-------------

4.4.3 Geschützte Mikrorohre

4.4.3.1 Anzuwendende Prüfungen

Eigenschaften	Familienanforderungen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Zugfestigkeit	4.4.3.2.1	IEC 60794-1-2, Verfahren E1A und E1B	Siehe 4.9.2.2.4
Biegung	4.4.3.2.2	IEC 60794-1-2, Verfahren E11	
Elastizität	4.4.3.2.3	IEC 60794-1-2, Verfahren E10	
Schlag	4.4.3.2.4	IEC 60794-1-2, Verfahren E4	
Knickfestigkeit	4.4.3.2.5	IEC 60794-1-2, Verfahren E3	Siehe 4.9.2.2.3
Temperaturwechsel	4.4.3.2.6	IEC 60794-1-2; Verfahren D1	
Alterung	4.4.3.2.7	In Beratung	

4.4.3.2 Familienanforderungen und Prüfbedingungen für die Prüfung von geschützten Mikrorohren

4.4.3.2.1 Zugfestigkeit

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf nach der Prüfung keine Beschädigung sichtbar sein und das Mikrorohr muss die Prüfung des Durchlasses der Installationsstrecke bestehen.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60794-1-2, Verfahren E1A und E1B

Länge des geschützten Mikrorohrs unter Zug: 50 m

Zugkraft am Mikrorohr: 1,0 W

Durchmesser der Umlenkeinrichtung: 30facher Durchmesser des Mikrorohrs

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung sichtbar sein und der Durchmesser darf sich um höchstens einen noch zu beratenden Wert verändern.

b) Prüfbedingungen

Verfahren: IEC 60794-1-2, Verfahren E1A und E1B

Länge des geschützten Mikrorohrs unter Zug: in Beratung

Zugkraft am geschützten Mikrorohr: in Beratung

Durchmesser der Umlenkeinrichtung: in Beratung

4.4.3.2.2 Biegung

a) Familienanforderungen

Außen- und Innendurchmesser des geschützten Mikrorohrs dürfen bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung keine Beschädigung zeigen und der Durchmesser darf sich höchstens um 15 % verringern.

E DIN IEC 60794-5-10 (VDE 0888-5-10):2008-07

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, E11
Dorndurchmesser:	$\leq 40\ d$ oder 30 mm, je nachdem, welcher Wert größer ist
Anzahl der Windungen je Spirale:	4
Anzahl der Zyklen:	3

4.4.3.2.3 Elastizität

a) Familienanforderungen

Außen- und Innendurchmesser des geschützten Mikrorohrs dürfen bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung keine Beschädigung zeigen und der Durchmesser darf sich höchstens um 15 % verringern.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	zehn Windungen des geschützten Mikrorohrs müssen eng und fest um einen Dorn mit dem 20fachen Außendurchmesser des Mikrorohrs gewickelt werden
Dauer:	30 min

4.4.3.2.4 Schlag

a) Familienanforderungen

Bei einer Sichtprüfung ohne Vergrößerung darf keine Beschädigung des Mikrorohrs sichtbar sein. Die Restverformung darf nicht größer als 15 % des Mikrorohrdurchmessers sein und es darf keine Spaltung oder dauerhafte Zerstörung auftreten. Der Abdruck der Schlagfläche auf der Umhüllung wird nicht als mechanische Beschädigung betrachtet.

b) Prüfbedingungen

Radius der Schlagfläche:	10 mm
Schlagenergie:	3 J für Mikrorohre oder 15 J für Erdrohre
Erholzeit:	1 h
Anzahl der Schläge:	einer an drei unterschiedlichen Stellen, jeweils mindestens 500 mm voneinander entfernt

4.4.3.2.5 Querdruck

a) Familienanforderungen

Es darf keine Restverformung von mehr als 15 % des Durchmessers des Mikrorohrbündels auftreten und alle einzelnen Mikrorohre müssen die Prüfung des Durchlasses der Installationsstrecke (Anhang D) bestehen. Bei einer Sichtprüfung dürfen keine anderen Beschädigungen sichtbar sein. Der Abdruck des Ambosses auf der äußeren Umhüllung wird nicht als mechanische Beschädigung betrachtet.

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	IEC 60794-1-2, E3
Kraft (Platte/Platte):	im Bereich von 3 bis 10
Dauer:	1 min
Erholzeit:	1 h

4.4.3.2.6 Betriebstemperaturbereich

a) Familienanforderungen

In Beratung (z. B. Prüfung auf Schrumpfung).

b) Prüfbedingungen

Verfahren:	in Beratung
------------	-------------