

DIN EN 62005-9-1

ICS 33.180.20

Einsprüche bis 2013-02-03

Entwurf**Lichtwellenleiter - Verbindungselemente und passive Bauteile –
Zuverlässigkeit –****Teil 9-1: Beurteilung der passiven optischen Bauteile
(IEC 86B/3440/CD:2012)**

Fibre optic interconnecting devices and passive components –
Reliability –
Part 9-1: Qualification of passive optical components
(IEC 86B/3440/CD:2012)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-12-03 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

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter
www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im
DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

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

Gesamtumfang 57 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Allgemeine Anforderungen	6
4.1 Bauteil	6
4.2 Prüfungen	7
4.3 Messungen	7
5 Prüfbericht	8
Anhang A (normativ) Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer kontrollierten Umgebung	9
Anhang B (normativ) Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer unkontrollierten Umgebung	11
Anhang C (informativ) Ausfallverhalten und bekannte Ausfallmechanismen von passiven optischen Bauteilen	14
 Tabellen	
Tabelle 1 – Betriebsumgebungen	6
Tabelle A.1 – Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer kontrollierten Umgebung der Kategorie C	9
Tabelle B.1 – Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer unkontrollierten Umgebung der Kategorie U	11
Tabelle B.2 – Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer unkontrollierten Umgebung der Kategorie O	12
Tabelle C.1 – Ausfallverhalten und bekannte Ausfallmechanismen von passiven optischen Bauteilen	14

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86B/3440/CD:2012 „Fibre optic interconnecting devices and passive components – Reliability – Part 9-1: Qualification of passive optical components“ (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 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“ 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 dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.7 „LWL-Verbindungstechnik und passive optische Komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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.

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

Einleitung

Normen zur Beurteilung der Zuverlässigkeit legen Bedingungen für eine Reihe von Beanspruchungsprüfungen fest, deren Einhaltung auf ein vertretbares Maß an Zuverlässigkeit innerhalb der Leistungskategorien und Betriebsumgebungen hinweist. Nach erfolgreich bestandener Prüfung gilt ein bestimmtes Produkt als für die Norm qualifiziert. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind Attributdaten zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung. Genaue Zuverlässigkeitsberechnungen und Quantifizierungen erfordern bedeutend aufwendigere Prüfungen.

Die Ziele dieser Internationalen Norm bestehen darin, die Anforderungen an eine Norm zur Beurteilung der Zuverlässigkeit (en: RQS) von passiven optischen Bauteilen festzulegen; Anleitung für den Anbieter zur Herstellung und für den Endanwender zum Erwerb von passiven optischen Bauteilen zu geben, um für bestimmte vorgegebene Betriebsumgebungen die Einhaltung der Norm zur Beurteilung der Zuverlässigkeit nachweisen zu können; eine Liste der Beanspruchungsprüfungen und Bedingungen zur Beurteilung der Zuverlässigkeit zur Verfügung zu stellen, die mindestens ausgeführt bzw. vorhanden sein müssen; einschlägige Verweisungen zu geben und die Mindestanforderungen an den Prüfbericht festzulegen.

Diese Internationale Norm soll außer für Steckverbinder allgemeingültig für alle passiven optischen Bauteile sein. Damit können dann aber nicht alle denkbaren Bauteile oder Anwendungen abgedeckt werden. Die Anwendung nicht aktiver Bauteile, die elektrisch unterstützt werden, wie zum Beispiel optische Schalter, sind in Bearbeitung. Die Beanspruchungsprüfungen sind spezifisch und genau festgelegt, um Kontinuität zu gewährleisten. Die Messungen und die Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung sind in diesem Schriftstück nicht ausdrücklich angegeben; in den entsprechenden Abschnitten ist jedoch eine Anleitung mit geeigneten Parametern und Werten enthalten. Es werden eindeutige Anforderungen an die Berichterstattung festgelegt, die zu allen ausgewählten Messungen und Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung schriftliche Begründungen und eine fachliche Beschreibung enthält.

Diese Norm soll im Zusammenhang mit den in der Normenreihe IEC 61753 festgelegten Betriebsverhaltensnormen, den in der Normenreihe IEC 61300 festgelegten Prüf- und Messstandards und den Zuverlässigkeitsnormen nach IEC 62005 angewendet werden und zu ihnen kompatibel sein.

1 Anwendungsbereich

Mit dieser Internationalen Norm wird ein allgemeines Verfahren zur Zuverlässigkeitsbeurteilung für alle passiven optischen Bauteile, außer Steckverbinder und Steckverbindereinheiten zur Verfügung gestellt, dessen Einhaltung auf ein Mindestmaß an Zuverlässigkeit hinweist und mit dem eine bestimmte Baugruppe als für die Norm qualifiziert gilt. Diese Norm legt eine Reihe von Beanspruchungsprüfungen fest, deren Schärfe-grad, die Reihenfolge, die Anzahl der Prüflinge, die Annahmekriterien und die Anforderungen an die Bericht-erstellung. Es werden ebenfalls Anleitungen zur Auswahl der entsprechenden Messungen und der Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung gegeben. Für passive optische Module mit mehr als zwei optischen Bauteilen bzw. einer Baugruppe, die sich aus Bauteilen zusammensetzt, gelten die Anforderungen der Zuverlässigkeitsbeurteilung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 61753-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard – Part 1: General and guidance for performance standards*

IEC 61300-2-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-1: Tests – Vibration (sinusoidal)*

IEC 61300-2-4, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-4: Tests – Fibre/cable retention*

IEC 61300-2-9, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-9: Tests – Shock*

IEC 61300-2-17, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-17: Tests – Cold*

IEC 61300-2-18, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-18: Tests – Dry heat – High temperature endurance*

IEC 61300-2-19, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-19: Tests – Damp heat (steady state)*

IEC 61300-2-22, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-22: Tests – Change of temperature*

IEC 61300-2-47, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-47: Tests – Thermal shocks*

IEC 62005-series, *Reliability of fibre optic interconnecting devices and passive optical components*

3 Begriffe

Definitionen für die unterschiedlichen Komponenten sind in den entsprechenden IEC-Normen zum Betriebsverhalten oder den Fachgrundspezifikationen enthalten. Die Definition von IEC 62005-1 gelten ebenfalls. Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Beanspruchungsprüfung zur Zuverlässigkeitsbeurteilung

RQST (en: reliability qualification stress test)

Prüfung, bei der eine mechanische, elektrische, optische, umgebungsbedingte Beanspruchung oder eine Kombination daraus dem zu prüfenden Bauteil (Prüfling) auferlegt wird

3.2

Ablehnungsgrenze;

prozentuale Ausschusstoleranz für Lose

LTPD (en: lot tolerance percent defective)

Qualitätsniveau, das nicht ausreichend ist und für den Stichprobenplan abgewiesen werden sollte

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Bauteil

4.1.1 Prüfling

Das spezifische passive optische Bauteil, auf das sich diese Norm bezieht, ist eindeutig festzulegen. Die Prüflinge werden stichprobenweise ausgewählt aus einer größeren Anzahl von Proben, die repräsentativ sind für die Bauteile, die dem Kunden zu liefern sind.

Obwohl erwartet werden kann, dass für alle Prüfungen einer Norm zur Beurteilung der Zuverlässigkeit (RQS) Bauteilproben aus dem gleichen Los entnommen werden, wird anerkannt, dass dies nicht immer möglich oder praktikabel ist. Wenn dies generell nach dem sogenannten „Analogiekonzept“ oder einer „Ähnlichkeitsprüfung“ erfolgt, muss die spezifische Beschreibung der verwendeten Produkte in jeder Prüfung angegeben werden. Für jedes „Analogiekonzept“ oder jede „Ähnlichkeitsprüfung“ muss eine Begründung angegeben werden. Zusätzlich muss die Stufe der Fertigungsreife für jeden Bauteiltyp der Prüflinge genau bezeichnet werden, z. B. das Produkt wird hergestellt und ist mit allen Unterlagen erhältlich oder das Produkt befindet sich in der Entwicklung und wurde mit maßgeblicher technischer Unterstützung gefertigt.

4.1.2 Produktfamilie

Sobald eine Modellnummer einer Produktfamilie beurteilt und danach die Qualifizierung für die gesamte Produktfamilie beansprucht wurde, ist die Modellnummer des Prüflings mit den anspruchsvollsten Spezifikationen zu wählen. Nur die Modelle mit gleichen oder geringeren Spezifikationen als der Prüfling gelten dann als qualifiziert. Das gleiche gilt, wenn das Prüfergebnis auf Produkte mit geringerer Komplexität ausgeweitet wird (z. B. dürfen Beurteilungen von 1×8 -Splitter für 1×16 -Splitter mit gleicher Technologie herangezogen werden). In beiden Fällen ist eine technische Argumentation gefordert, um die Qualifizierung mit der Ähnlichkeit zu begründen.

4.1.3 Betriebsumgebungen

Die Anforderungen an das Betriebsverhalten für passive optische Bauteile sind in IEC 61753-1 festgelegt. Die maßgeblichen Betriebsumgebungen für diese Norm sind wie folgt:

Tabelle 1 – Betriebsumgebungen

Kategorie	Umgebung
C	kontrolliert
U	unkontrolliert
O	unkontrollierte Umgebung (Reihenprüfung)

Im Allgemeinen gilt eine Prüfung unter schwierigeren Bedingungen für Kriterien mit weniger strengen Bedingungen als erfüllt, womit sich die Notwendigkeit einer redundanten Prüfung erübrigt. Prüfungen bei Betriebsumgebungen mit größerem als in Tabelle 1 enthaltenen Schärfeegrad sind gegenwärtig nicht Bestandteil dieser RQS.

4.2 Prüfungen

4.2.1 Allgemeines

Die Prüfungen, die für jede Leistungskategorie durchgeführt werden müssen, sind für kontrollierte Umgebung in Anhang A und für die unkontrollierte Umgebung in Anhang B festgelegt.

Zur Beurteilung und Zertifizierung der Zuverlässigkeit von passiven optischen Bauteilen ist es notwendig, deren Ausfallverhalten mittels Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA) zu bestätigen (siehe Anhang C) und die Prüfungen der FMEA mit denen aus Anhang A oder B zu vergleichen und wenn Anhang A oder B nicht alle erforderlichen Prüfungen umfassen, diese Prüfungen durchzuführen.

In den Anhängen A und B sind drei Arten von Prüfungen festgelegt. Dies sind Prüfungen die gefordert werden, Prüfungen, die nur zur Information dienen und Prüfungen, die freigestellt sind. Prüfungen, die gefordert werden, müssen ausgeführt und die erforderlichen Messungen durchgeführt werden und die Ergebnisse sind den Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung zu unterwerfen. Prüfungen, die nur zur Information dienen, müssen ausgeführt und die erforderlichen Messungen durchgeführt werden. Die Messergebnisse sind im Prüfbericht aufzuführen, Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung gelten hier jedoch nicht. Die Prüfungen, die freigestellt sind, müssen nicht, dürfen aber ausgeführt werden. Wenn diese ausgeführt werden, sind die erforderlichen Messungen durchzuführen und die Ergebnisse den Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung zu unterwerfen.

4.2.2 Stückzahl

Die Stückzahl muss festgelegt werden und darf niemals die geforderte Mindestanzahl unterschreiten. Zusätzliche Teile können einer Prüfung jederzeit hinzugefügt werden, sofern die geforderte LTPD überschritten wird.

4.2.3 Prüfreihefolge

Die Reihenfolge der Prüfungen muss festgelegt werden. Alle Prüfungen können als Parallelprüfung oder Reihen- bzw. Reihen-/Parallelprüfung durchgeführt werden, außer die mechanische Schockprüfung und die Schwingprüfung. Diese müssen als Reihenprüfung durchgeführt werden, wobei zuerst die mechanische Schockprüfung erfolgt.

4.2.4 Annahmekriterien

Die Kriterien zur Annahme (Bestehen der Prüfung) müssen festgelegt werden. Um als Bestanden zu gelten, darf bei der Prüfung die Anzahl der Bauteilausfälle nicht über der LTPD liegen.

4.2.5 Prüfverfahren

Das für jede Prüfung anzuwendende Prüfverfahren muss eindeutig festgelegt werden. Die Messverfahren sind in der Normenreihe IEC 61300 festgelegt. Sollten diese nicht möglich sein, z. B. wenn das Prüfverfahren in IEC 61300 noch nicht herausgegeben wurde, können andere Prüfverfahren festgelegt werden. Sofern ein im Vorfeld nicht festgelegtes Prüfverfahren verwendet wird, müssen das Prüfverfahren und die Einzelheiten technisch begründet und in die RQS aufgenommen werden.

4.2.6 Prüfschärfe

Prüfschärfe und Dauer müssen für die veränderlichen Werte der Prüfung festgelegt werden.

4.3 Messungen

4.3.1 Allgemeines

Dies ist eine allgemeingültige Norm und legt z. B. die Messanforderungen nur begrenzt fest, da ein breites Spektrum an Bauteilen mit unterschiedlichen spezifischen Leistungsparametern abgedeckt wird. Die Auswahl

der Messungen für ein Produkt, das beurteilt wurde, muss begründet werden und muss der IEC-Leistungsspezifikation dieses Produkts entsprechen.

4.3.2 Messwerte

Die Messwerte, mit denen bestimmt wird, ob ein einzelnes Bauteil eine bestimmte Prüfung bestanden hat oder nicht, müssen festgelegt werden. Sie können Absolutwerte und Absolutwertänderungen enthalten.

4.3.3 Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung

Die Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung aller Messungen müssen festgelegt und begründet werden. Diese dürfen nicht unter den Leistungskriterien liegen, die in der entsprechenden IEC-Betriebsverhaltensnorm für die Lebensdauer festgelegt wurden. Sofern keine IEC-Betriebsverhaltensnormen vorhanden sind, dürfen diese durch das für die Produkte veröffentlichte Datenblatt ersetzt werden.

4.3.4 Messverfahren

Wenn eine IEC-Norm zum Messverfahren verfügbar ist, so ist diese für die Messung zu verwenden. Steht keine IEC-Norm zum Messverfahren zur Verfügung, kann anerkannte gewerbliche Technik verwendet werden, solange keine eindeutigen Festlegungen vorliegen.

4.3.5 Erforderliche Messungen

Hermetische Bauteile dürfen nach jeder Prüfung, außer nach den Prüfungen der elektrostatischen Entladung (ESD) und der Zugfestigkeit der Faser oder des Kabels, eine Leckrate von 5×10^{-8} atm cm³/s (He) aufweisen, sofern die hermetische Dichtung in diesen Prüfungen nicht beansprucht wird.

Der Wasserdampfgehalt der Restgasanalyse darf bei hermetischen Bauteilen nicht über 5 000 ppm liegen.

Der Wasserdampfgehalt der Restgasanalyse muss bei hermetischen Bauteilen nach der Prüfung bei feuchter Wärme (gleich bleibend) gemessen und aufgezeichnet werden.

5 Prüfbericht

Wird ein Prüfbericht erstellt, muss dieser mindestens folgendes enthalten:

- a) eine Tabelle mit den Prüfbezeichnungen, der Prüfdauer und dem Schärfegrad der Prüfnummer der Bauteile sowie der Prüfnummer der Bauteile, welche die Prüfung anhand der Prüfergebnisse nicht bestanden haben,
- b) vollständige Beschreibung der Prüflinge,
- c) Prüfverfahren,
- d) Beschreibung und Begründung aller Prüfungen nach „Analogiekonzept“ oder einer „Ähnlichkeitsprüfung“,
- e) Prüfreihefolge für jede Gruppe von Teilen,
- f) Betriebsumgebung, für die die Beurteilung geltend gemacht wird,
- g) Referenzprüfverfahren oder vollständige Beschreibung des Prüfverfahrens,
- h) Beschreibung und Begründung aller Messungen, die aufgezeichnet werden,
- i) Beschreibung und Begründung aller Fälle des Bestehens oder Nichtbestehens der Prüfung, die aufgezeichnet werden,
- j) Tabellen und/oder Diagramme und oder andere Hilfsmittel, so dass der Benutzer nachprüfen kann, dass die Anforderungen erfüllt wurden; zum Beispiel eine einfache Tabelle mit Mindest- und Höchstwerten oder ein Parameterdiagramm im Zeitvergleich, in dem die Kriterien zum Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung eindeutig gekennzeichnet sind.

Anhang A (normativ)

Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer kontrollierten Umgebung

Tabelle A.1 – Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer kontrollierten Umgebung der Kategorie C

Prüfung	Anforderungen	Ablauf	LTPD %	Mind. Anzahl	# Ausfall	Verweisungen
Prüfungen, die gefordert sind						
Querdruck auf LWL	ummantelte Fasern/Vollader Last: 2,3 N Dauer: 5 s, 2 Richtungen	P	20	11	0	(Anmerkung 4) NA für Steckverbinder als Stecker und Adapter
	Bündelader/zugentlastetes Kabel Last: 0,45 kg Dauer: 5 s					
Zugfestigkeit von Faser und Kabel	ummantelte Fasern/Vollader Last: 0,45 kg Dauer: 5 s, 3-mal	P	20	11	0	(Anmerkung 4) NA für Steckverbinder als Stecker und Adapter
	Bündelader/zugentlastetes Kabel Last: 1,0 kg Dauer: 5 s, 3-mal					
Mechanischer Schock (Schlagprüfung)	Anzahl der Schocks: 5-mal je Richtung, 6 Richtungen Schockpegel: 500 g Dauer: 1 ms oder Fallhöhe: 1,8 m (6 Fuß) Häufigkeit des Falls in jede Richtung der drei rechtwinklig zueinander stehenden Achsen: 8 Anzahl der Wiederholungen der zyklischen Schlagprüfung: 5	G1–1 (Anmerkung 1)	20	11	0	(Anmerkung 4)
Schwingen	Beschleunigung: 20 G Frequenz: 20 Hz bis 2 000 Hz Dauer: 4 min je Zyklus, 4 Zyklen je Achse oder Beschleunigung: 20 G oder 1,52 mm Frequenz: 10 Hz bis 2 000 Hz Dauer: 12 zyklische Durchläufe in jede Richtung der drei rechtwinklig zueinander stehenden Achsen	G1–2 (Anmerkung 2)	20	11	0	(Anmerkung 4)
Temperaturwechsel	Temperatur: –40 °C bis 70 °C Verweildauer: ≥ 15 min Anzahl der Wechsel: 100 (für Qualifizierung); 500 (zur Information)	P	20	11	0	(Anmerkung 4)
Feuchte Wärme	Temperatur: 85 °C relative Feuchte: 85 % Dauer: (hermetisch) 100 Stunden (für Qualifizierung); 500 h (zur Information) (nicht hermetisch) 500 Stunden (für Qualifizierung); 2 000 Stunden (zur Information)	P	20	11	0	(Anmerkung 4)

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Prüfung	Anforderungen	Ablauf	LTPD %	Mind. Anzahl	# Ausfall	Verweisungen
Prüfungen, die gefordert sind						
Niedrigtemperaturlagerung	–40 °C oder mindestens Lagertemperatur Feuchte: unkontrolliert 2 000 Stunden (für Qualifizierung) ≥ 5 000 Stunden (zur Information)	P	20	11	0	(Anmerkung 4)
Optionale Prüfungen						
LWL-Wechselbiegeprüfung	Bündelader/zugentlastetes Kabel Last: 0,45 kg Dauer: 30 Zyklen	P	20	11	0	(Anmerkung 4) NA für Steckverbinder als Stecker und Adapter
LWL-Verdrehungsprüfung	Bündelader/zugentlastetes Kabel Last: 0,45 kg Dauer: 10 Zyklen	P	20	11	0	(Anmerkung 4) NA für Steckverbinder als Stecker und Adapter
Temperaturschock	Temperaturbereich: $\Delta T = 100\text{ °C}$ (0 °C bis 100 °C) Verweildauer: ≥ 5 min Übergangszeit: ≤ 10 s Anzahl der Zyklen: 15	P	20	11	0	(Anmerkung 4) nur wenn hermetisch abgedichtet
Hochtemperaturlagerung (trocken)	Temperatur: 85 °C relative Feuchte: < 40 % Dauer: 2 000 Stunden (für Qualifizierung) 5 000 Stunden (zur Information)	P	20	11	0	(Anmerkung 4)
Niedrigtemperaturlagerung	Temperatur: –40 °C Dauer: 2 000 h (für Qualifizierung) 5 000 h (zur Information)	P	20	11	0	(Anmerkung 4)
Lötbarkeit (falls zutreffend)	245 °C, 7 s	P	20	11	0	Nur für Bauteile mit elektrischen Schaltungen
Elektrostatische Entladung (ESD)	$C = 100\text{ pF}$, $R = 1,5\text{ k}\Omega$, 500 V	P	?	?		(Anmerkung 4) Nur für Bauteile mit elektrischen Schaltungen
ANMERKUNG 1 G1–1 bedeutet Teilegruppe 1, Prüfungsnummer 1. ANMERKUNG 2 G1–2 bedeutet Teilegruppe 1, Prüfungsnummer 2. ANMERKUNG 3 P bedeutet, dass diese Prüfung getrennt (parallel) erfolgen kann oder in jeder Kombination Reihe/Parallel mit anderen Prüfungen. ANMERKUNG 4 Die Prüfanforderungen entsprechen denen der Telecordia-Spezifikation.						

Anhang B (normativ)

Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer unkontrollierten Umgebung

Tabelle B.1 – Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer unkontrollierten Umgebung der Kategorie U

Prüfung	Anforderungen	Ablauf	LTPD %	Mind. Anzahl	# Ausfall	Verweisungen
Prüfungen, die gefordert sind						
Schock	500 g, 5 Schocks in jede Richtung, 6 Richtungen, 1 ms-Impuls als Sinus-Halbwellen	G1–1	20	11	0	61300-2-9
Schwingen	20 g über 60 Hz, sinusförmig 1,52 mm unter 60 Hz, 10 Hz bis 2 000 Hz, 20 min je Achse, 3 Achsen, 12 Durchläufe bei 1 Oktave/min	G1–2	20	11	0	61300-2-1
Temperatur-schock	$\Delta T = 100\text{ °C}$, 0 °C bis 100 °C , 5 min Verweildauer, Übergangszeit $\leq 10\text{ s}$, Liquid to Liquid	P	20	11	0	61300-2-47
Lötbarkeit (falls zutreffend)	6 s bei 245 °C , 6 s, keine thermische Alterung	P	20	11	0	
Unversehrtheit der Faser	Zugentlastete Kabel: 2 min bei $(10 \pm 1)\text{ N}$; 5 N/s Bündelader: 1 min bei $(5 \pm 0,5)\text{ N}$; 0,5 N/s	P	20	11	0	61300-2-4
Trockene Wärme – Hochtemperaturlagerung	2 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte unter 40 % oder höchster angegebener Lagertemperatur; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-18
Feuchte Wärme (konstant) nicht hermetisches Bauteil	2 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-19
Feuchte Wärme (konstant) hermetisches Bauteil	500 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-19
Temperaturwechsel	500 Zyklen von -40 °C bis 85 °C , Verweilzeit $\geq 15\text{ min}$, Anstieg bei 1 °C/min ; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 10 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-22
ESD (nur für ESD-empfindliche Bauteile)	HBR bis Ausfall	P	NA	6	0	62179
Ausschließlich optionale Prüfungen						
Feuchte Wärme (konstant) nicht hermetisches Bauteil	5 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-19

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

Prüfung	Anforderungen	Ablauf	LTPD %	Mind. Anzahl	# Ausfall	Verweisungen
Feuchte Wärme (konstant) hermetisches Bauteil	5 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-19
Ausschließlich optionale Prüfungen						
Temperaturwechsel	1 000 Zyklen von –40 °C bis + 85 °C, Verweilzeit ≥ 15 min, Anstieg bei 1 °C/min; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 10 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-22
Optionale Prüfungen						
Niedrigtemperaturlagerung (Kälte)	2 000 Stunden bei –40 °C oder niedrigste angegebene Lagertemperatur; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	61300-2-17

Tabelle B.2 – Zuverlässigkeitsprüfungen passiver optischer Bauteile für den Betrieb in einer unkontrollierten Umgebung der Kategorie O

Prüfung	Anforderungen	Ablauf	LTPD %	Mind. Anzahl	# Ausfall	Verweisungen
Prüfungen, die gefordert sind						
Schock	500 g, 5 Schocks in jede Richtung, 6 Richtungen, 1 ms-Impuls als Sinus-Halbwellen	G1–1	20	11	0	(Anmerkung 1)
Schwingen	20 g über 60 Hz, sinusförmig 1,52 mm über 60 Hz, 10 Hz bis 2 000 Hz, 20 min je Achse, 3 Achsen, 12 Durchläufe, bei 1 Oktave/min	G1–2	20	11	0	(Anmerkung 1)
Temperaturschock	$\Delta T = 100\text{ °C}$, 0 °C bis 100 °C, 5 min Verweildauer, Übergangszeit ≤ 10s, Liquid to Liquid	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
Lötbarkeit (falls zutreffend)	6 s bei 245 °C, keine thermische Alterung	P	20	11	0	
Unversehrtheit der Faser	Zugentlastete Kabel: 2 min bei (10 ± 1) N; 5 N/s Bündelader: 1 min bei $(5 \pm 0,5)$ N; 5 N/s	P	20	11	0	61300-2-4
Trockene Wärme – Hochtemperaturlagerung	2 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte unter 40 % oder höchster angegebener Lagertemperatur; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
Feuchte Wärme (konstant) nicht hermetisches Bauteil	2 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
Feuchte Wärme (konstant) hermetisches Bauteil	500 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)

Tabelle B.2 (fortgesetzt)

Prüfung	Anforderungen	Ablauf	LTPD %	Mind. Anzahl	# Ausfall	Verweisungen
Niedrigtemperaturlagerung	–40 °C oder mindestens Lagertemperatur Feuchte: unkontrolliert 2 000 Stunden (für Qualifizierung) ≥ 5 000 Stunden (zur Information) Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
Prüfungen, die gefordert sind						
Temperaturwechsel	500 Zyklen von –40 °C bis 85 °C, Verweilzeit ≥ 15 min, Anstieg bei 1 °C/min; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 10 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
ESD (nur für ESD-empfindliche Bauteile)	HBR bis Ausfall	P	NA	6	0	(Anmerkung 1)
Ausschließlich optionale Prüfungen						
Feuchte Wärme (konstant) nicht hermetisches Bauteil	5 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
Feuchte Wärme (konstant) hermetisches Bauteil	2 000 Stunden bei 85 °C und relativer Luftfeuchte von 85 %; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
Temperaturwechsel	1 000 Zyklen von –40 °C bis + 85 °C, Verweilzeit ≥ 15 min, Anstieg bei 1 °C/min; Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 10 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
Optionale Prüfungen						
Niedrigtemperaturlagerung (Kälte)	–40 °C oder mindestens Lagertemperatur Feuchte: unkontrolliert 2 000 Stunden (für Qualifizierung) ≥ 5 000 Stunden (zur Information) Messung von IL und RL erfolgt vor und während der Prüfung sowie spätestens 60 min nach der Prüfung	P	20	11	0	(Anmerkung 1)
ANMERKUNG 1 Die Prüfanforderungen entsprechen denen der Telecordia-Spezifikation.						

Anhang C (informativ)

Ausfallverhalten und bekannte Ausfallmechanismen von passiven optischen Bauteilen

Tabelle C.1 – Ausfallverhalten und bekannte Ausfallmechanismen von passiven optischen Bauteilen

Optische Bauteile		Zu betrachtende Komponenten	Bekannte Ausfallmechanismen	Ausfallverhalten	Beeinflussungsfaktoren	Zutreffende Prüfungen	IEC-Verweise
Verzweiger	Schmelzsplitters	Übergang zwischen geschmolzenem Abschnitt und Substrat	Änderung der Zugeigenschaften des geschmolzenen Abschnitts durch Verschlechterung der Haftung	Anstieg der Einfügungsdämpfung PDL-Anstieg Änderung der Wellenlängeneigenschaften TDL-Anstieg	Wärmebeanspruchung Hohe Luftfeuchte	Trockene Wärme Feuchte Wärme Temperaturwechsel	61300-2-18 61300-2-19 61300-2-22
			Änderung des Brechungsindex bei Beanspruchung	PDL-Anstieg Änderung der Wellenlängeneigenschaften	Wärmebeanspruchung Hohe Luftfeuchte	Trockene Wärme Feuchte Wärme Temperaturwechsel	61300-2-18 61300-2-19 61300-2-22
		geschmolzener Abschnitt der Faser	Faserbruch	Anstieg der Einfügungsdämpfung Abnahme der Rückflussdämpfung	Mechanische Beanspruchung	Schwingen Schock	61300-2-1 61300-2-9
			Änderung des Brechungsindex durch Eindringen von Hydroxid	Anstieg der Einfügungsdämpfung Änderung der Wellenlängeneigenschaften	Hohe Luftfeuchte	Feuchte Wärme	61300-2-19
		Anschlussfaser	Siehe letzte Reihe dieser Tabelle.				
	Planarer Wellenleiter	Wellenleiter	Änderung des Brechungsindex	Anstieg der Einfügungsdämpfung PDL-Anstieg Änderung der Wellenlängeneigenschaften	Mechanische Beanspruchung (einschließlich durch Verformung am Verbindungspunkt) Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Feuchte Wärme Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-19 61300-2-22
			Versatz von Wellenleiter und Faser durch Verschlechterung der Haftung	Anstieg der Einfügungsdämpfung	Hohe Luftfeuchte Hochtemperatur Wärmebeanspruchung	Trockene Wärme Feuchte Wärme Temperaturwechsel	61300-2-18 61300-2-19 61300-2-22
		Verbindungspunkt zwischen Wellenleiter und Faser	Trennung von Wellenleiter und Faser durch Verlust der Haftung	Anstieg der Einfügungsdämpfung Abnahme der Rückflussdämpfung	Hohe Luftfeuchte Hochtemperatur Wärmebeanspruchung	Trockene Wärme Feuchte Wärme Temperaturwechsel	61300-2-18 61300-2-19 61300-2-22
		Anschlussfaser	Siehe letzte Reihe dieser Tabelle.				

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Optische Bauteile		Zu betrachtende Komponenten	Bekannte Ausfallmechanismen	Ausfallverhalten	Beeinflussungsfaktoren	Zutreffende Prüfungen	IEC-Verweisungen
Dämpfungsglieder mit Stecker	Behandlung der Endfläche	Endflächenschliff der Ferrule	optische Beschädigung der Endfläche	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
		Dünnschicht	Verschlechterung der Dämpfung bei hoher Leistung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
			Änderung des Brechungsindex bei Beanspruchung	PDL-Anstieg	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-22
		Übergang zwischen Schicht und Endfläche	Versatz durch Verschlechterung der Haftung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Hohe Luftfeuchte Hochtemperatur	Trockene Wärme Feuchte Wärme	61300-2-18 61300-2-19
			Versatz bei Beanspruchung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-22
	Metallionen dotierte Faser	Endflächenschliff der Ferrule	optische Beschädigung der Endfläche	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
		Verbindungspunkt von dotierter Faser und Ferrule	Bewegung der Faser innerhalb der Ferrule durch Verlust der Haftung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Wärmebeanspruchung Hohe Luftfeuchte Hochtemperatur bei optischer Hochleistung	Trockene Wärme Feuchte Wärme Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-18 61300-2-19 61300-2-14

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Optische Bauteile		Zu betrachtende Komponenten	Bekannte Ausfallmechanismen	Ausfallverhalten	Beeinflussungsfaktoren	Zutreffende Prüfungen	IEC-Verweisungen
Dämpfungsglieder mit Stecker (fortgesetzt)	Luftspalt-ausführung	Endflächenschliff der Ferrule	optische Beschädigung der Endfläche	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
		Endflächenschliff der Faser zur Dosierung des Luftspalts	optische Beschädigung der Endfläche	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
		Luftspaltdosierung	Änderung des Luftspalts durch Verlust der Haftung	Dämpfungsänderung	Hohe Luftfeuchte Hochtemperatur	Trockene Wärme Feuchte Wärme	61300-2-18 61300-2-19
			Änderung des Luftspalts bei Beanspruchung	Dämpfungsänderung	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-22
		Befestigungsfläche der Fasern	Faserbiegen oder -bruch bei Beanspruchung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-22
	Behandlung der Endfläche	Dünnschicht	Verschlechterung der Dämpfung bei hoher Leistung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
			Änderung des Brechungsindex bei Beanspruchung	PDL-Anstieg	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-22
		Übergang zwischen Schicht und Endfläche	Versatz durch Verschlechterung der Haftung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Hohe Luftfeuchte Hochtemperatur	Trockene Wärme Feuchte Wärme	61300-2-18 61300-2-19
			Versatz bei Beanspruchung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-22
		Anschlussfaser	Siehe letzte Reihe dieser Tabelle.				

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Optische Bauteile		Zu betrachtende Komponenten	Bekannte Ausfallmechanismen	Ausfallverhalten	Beeinflussungsfaktoren	Zutreffende Prüfungen	IEC-Verweisungen
Dämpfungsglieder mit Stecker (fortgesetzt)	Metall-Ionen dotierte Faser	Anschlussfaser	Siehe letzte Reihe dieser Tabelle.				
	Luftspalt-Ausführung	Endflächenschliff der Faser zur Dosierung des Luftspalts	optische Beschädigung der Endfläche	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
		Luftspaltdosierung	Änderung des Luftspalts durch Verlust der Haftung	Dämpfungsänderung	Hohe Luftfeuchte Hochtemperatur	Trockene Wärme Feuchte Wärme	61300-2-18 61300-2-19
			Änderung des Luftspalts bei Beanspruchung	Dämpfungsänderung	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Schock Temperaturwechsel	61300-2-1 61300-2-9 61300-2-22
		Befestigungsfläche der Fasern	Faserbiegen oder -bruch bei Beanspruchung	Dämpfungsänderung Anstieg der Reflexion	Optische Hochleistung	Optische Hochleistungsprüfung	61300-2-14
		Anschlussfaser	Siehe letzte Reihe dieser Tabelle.				

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Optische Bauteile		Zu betrachtende Komponenten	Bekannte Ausfallmechanismen	Ausfallverhalten	Beeinflussungsfaktoren	Zutreffende Prüfungen	IEC-Verweisungen
Dämpfungsglieder mit Stecker (fortgesetzt)	Kopplungsver-satz der Spleiße	Spleißverbindung	Faserabriss durch Beanspruchung	Anstieg der Einfügungsdämpfung Anstieg der Reflexion	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung	Schwingen Zugfestigkeit von Faser- oder Kabelanschluss Torsion/Drall Biegemoment Schock Torsionsfestigkeit Trockene Wärme Temperaturwechsel Kabelnutation Zugfestigkeit der Verriegelung	61300-2-1 61300-2-4 61300-2-5 61300-2-7 61300-2-9 61300-2-15 61300-2-18 61300-2-22 61300-2-35 61300-2-6
		Stützrohr	Faserkrümmung	Anstieg der Einfügungsdämpfung	Mechanische Beanspruchung Wärmebeanspruchung Hochtemperatur Hohe Luftfeuchte	Schwingen Zugfestigkeit von Faser- oder Kabelanschluss Torsion/Drall Biegemoment Schock Torsionsfestigkeit Kälte Trockene Wärme Temperaturwechsel Kabelnutation Zugfestigkeit der Verriegelung	61300-2-1 61300-2-4 61300-2-5 61300-2-7 61300-2-9 61300-2-15 61300-2-17 61300-2-18 61300-2-22 61300-2-35 61300-2-6
		Anschlussfaser	Siehe letzte Reihe dieser Tabelle.				