

DIN EN 62343-2

ICS 33.180.30

Einsprüche bis 2013-07-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62343-2:2011-12

Entwurf**Dynamische Module –
Teil 2: Beurteilung der Zuverlässigkeit
(IEC 86C/1126/CD:2013)**

Dynamic modules –
Part 2: Reliability qualification
(IEC 86C/1126/CD:2013)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-05-27 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst 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 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 41 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Besonderheiten der Zuverlässigkeitsanerkennung	5
3.1 Allgemeines	5
3.2 Grundlegende Betrachtungen	5
3.3 DM-Produktausführung	5
4 Begriffe und Abkürzungen	6
4.1 Begriffe	6
4.2 Abkürzungen	6
5 Anforderungen der Zuverlässigkeitsanerkennung	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Nachweis der Produktqualität	7
5.3 Prüfverantwortlichkeiten	8
5.4 Prüfungen	8
5.5 Verfahren zur Bewertung der Zuverlässigkeit	12
6 Anleitung	14
6.1 FMEA und Anerkennung nach Ähnlichkeit	14
Anhang A (informative) Prüfgegenstände für die Zuverlässigkeitsanerkennung und Prüfbedingungen	15
A.1 Prüfungen mechanischer Umgebungseinflüsse	15
A.2 Prüfungen von Umgebungseinflüssen durch Temperatur und Feuchte	16
A.3 Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit	16
A.4 Prüfungen der Unversehrtheit der Faser	17
Literaturhinweise	19
 Tabelle 1 – Geforderte Mindestprüfungen für DM der Ausführung 1 (1 von 2)	 9
Tabelle 2 – Geforderte Mindestprüfungen für DM der Ausführung 2	11
Tabelle 3 – Ausfallrate der Bauelemente	13
Tabelle 4 – Aufstellung der IEC-Zuverlässigkeitsprüfverfahren für optische Bauteile	13
Tabelle A.1 – Prüfungen mechanischer Umgebungseinflüsse und Prüfschärfe	15
Tabelle A.2 – Prüfungen von Umgebungseinflüssen durch Temperatur und Feuchte und Prüfschärfe	16
Tabelle A.3 – Prüfgegenstände der elektromagnetischen Verträglichkeit und Prüfschärfe	17
Tabelle A.4 – Prüfgegenstände der Unversehrtheit der Faser und Prüfschärfe	18

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86C/1126/CD:2013 „Dynamic modules – Part 2: Reliability qualification“ (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 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ 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 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62343-2:2011-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anhang A ergänzt;
- b) redaktionell überarbeitet.

Dynamische Module – Teil 2: Beurteilung der Zuverlässigkeit

Einleitung

Der vorliegende Teil der IEC 62343 behandelt die Zuverlässigkeitsanerkennung von dynamischen Modulen. Für diese sich schnell entwickelnde, neue Technologie sind zu diesem Dokument in kurzen Zeitabständen Änderungen und überarbeitete Ausgaben zu erwarten.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für handelsübliche dynamische Module (DM) und Bauteile. Beispiele dafür sind regelbare chromatische Dispersionskompensatoren, Wellenlängen-Wählschalter und optische Kanalüberwachungen. (Die hier nicht aufgeführten optischen Verstärker werden in IEC 61291-5-2 behandelt.)

Für die Durchführung der Zuverlässigkeitsanerkennung sind Kenntnisse über die inneren Bauteile, Bauelemente und Zusammenschaltungen, die hier nur als Blackbox betrachtet werden, notwendig. Diese Norm enthält Anforderungen an die Bewertung der Zuverlässigkeit von DM durch die Verknüpfung der Zuverlässigkeit dieser inneren Blackboxen.

Die Ziele dieser Internationalen Norm sind:

- die Festlegung der Anforderungen an die Zuverlässigkeitsanerkennung von DM;
- die Aufstellung von Mindestprüfungen für die Zuverlässigkeitsanerkennung, von Anforderungen für Ausfallkriterien während der Prüfung und für Zuverlässigkeitsprognosen sowie die Angabe von einschlägigen normativen Verweisungen.

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 61291-5-2, *Optical amplifiers – Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification for optical fibre amplifiers*

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 61300-2-12, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-12: Tests – Impact*

IEC 62005-9-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Reliability – Part 9-1: Reliability qualification for passive optical components*¹

IEC 62005-9-2, *Reliability of fibre optic interconnecting devices and passive optical components – Part 9-2: Reliability qualification for single fibre optic connector sets – Single mode*

IEC 62572, *Reihe, Fibre optic active components and devices – Reliability standards*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

¹ Nach der Veröffentlichung.

3 Besonderheiten der Zuverlässigkeitsanerkennung

3.1 Allgemeines

Da DM relativ neue Handelsprodukte sind, die auf unterschiedlichen Technologien beruhen, wird eine häufige Überprüfung der in dieser Norm aufgestellten Anforderungen notwendig sein, wenn sich die Technologie weiterentwickelt.

3.2 Grundlegende Betrachtungen

Der grundlegende Ansatz der Zuverlässigkeitsanerkennung, der in diese Norm übernommen wurde, soll noch einmal hervorgehoben werden:

1. Für alle Bauelemente, die individuell auf ihrer Ebene erfolgreich qualifiziert werden können, muss die Anerkennung auf dieser Ebene erfolgen. Ihre Anerkennung muss auf IEC-Normen oder, sofern keine IEC-Norm vorhanden ist, auf sonstigen Industrienormen basieren.
2. Die erforderlichen Anerkennungsprüfungen auf DM-Ebene müssen sich auf die Mechanismen der Funktionsminderung und des Ausfallverhaltens beziehen, die auf niedrigeren Bauelementeebenen nicht erfolgreich erkannt werden können. Bei den Anerkennungsprüfungen auf der DM-Ebene sind nicht die Mechanismen der Funktionsminderung und des Ausfallverhaltens festzustellen und zu bestimmen, die schon auf den niedrigeren Baugruppenebenen als auf der Ebene des Endprodukts aufgedeckt werden können. Wenn zum Beispiel alle Bauteile des DM erfolgreich der beschleunigten Beanspruchungsprüfung mit feuchter Wärme unterzogen werden können, besteht keine Notwendigkeit, die Prüfung mit feuchter Wärme auf der DM-Ebene zu wiederholen.

3.3 DM-Produktausführung

Ein DM ist ein aus verschiedenen Bauteilen, Bauelementen und Zusammenschaltungen bestehendes Modul. Derzeit sind zwei Produktausführungen im Handel erhältlich:

1. Ausführung 1: Die Bauelemente (als allgemeiner Begriff für die Bauteile, Bauelemente und Zusammenschaltungen, aus denen sich gegenwärtig und in dieser Norm ein DM zusammensetzt) sind in getrennten Gehäusen untergebracht. Diese Gehäuse sind üblicherweise entweder luftdicht oder feuchtigkeitsbeständig verschlossen. Sie werden gemeinsam in eine Umhüllung eingebaut (die üblicherweise nicht luftdicht oder feuchtigkeitsbeständig verschlossen ist).
2. Ausführung 2: Einige Bauelemente im DM sind optische Grundelemente (z. B. Kristalle, Linsen, Spiegel usw.), die nicht in einem eigenen Gehäuse untergebracht sind. Für diese Bauelemente kann keine eigenständige erfolgreiche Anerkennung durchgeführt werden. Sie sind gemeinsam in einem luftdicht oder feuchtigkeitsbeständig verschlossenen Gehäuse untergebracht.

Die einzelnen Bauelemente der Ausführung 1 können eigenständig geprüft und anerkannt werden und deshalb müssen die für die gleichen Mechanismen der Funktionsminderung und des Ausfallverhaltens auf der Baugruppenebene durchgeführten Prüfungen auf DM-Ebene nicht wiederholt werden.

Bei der Anerkennung von DM der Ausführung 2 liegt der Schwerpunkt auf den Prüfungen, die nicht erfolgreich auf den unteren Baugruppenebenen (d. h. auf der Ebene der Grundelemente) durchgeführt werden können. Da die Bauelemente nicht eigenständig auf Bauelementeebene geprüft werden können, sind diesbezüglich jedoch üblicherweise weitere Prüfungen notwendig.

Aufgrund dieser unterschiedlichen Ausführungen und den daraus folgenden unterschiedlichen Mechanismen der Funktionsminderung und des Ausfallverhaltens müssen zwei eigenständige Prüfmethoden für die Anerkennung entwickelt werden. Diese sind in 5.4.4 für die Ausführung 1 bzw. in 5.4.5 für Ausführung 2 beschrieben.

4 Begriffe und Abkürzungen

4.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

4.1.1

Ausfall

Nichtübereinstimmung mit der Produktspezifikation oder Veränderung von Parametern, die in der Norm festgelegt sind oder zwischen Kunde und Lieferant vereinbart wurden

4.1.2

Anerkennung

gewöhnlich als Abkürzung für die Zuverlässigkeitsanerkennung verwendet. Dies ist die obligatorische Prüfung, um festzustellen, ob ein Produkt für Telekommunikationsanwendungen geeignet ist oder nicht und dies dementsprechend eine „Annahme oder Rückweisung“ zur Folge hat

Anmerkung zum Begriff: Die Anerkennung unterscheidet sich von der Zuverlässigkeitsprüfung, die im Wesentlichen eine „technische Überprüfung“ ist. Zuverlässigkeitsprüfungen sind so angelegt, dass Betrachtungen oder Schätzungen zur Funktionsfähigkeit erarbeitet werden können. Das wichtigste Ergebnis ist nicht die Annahme oder Rückweisung.

4.1.3

Zuverlässigkeit

Für diesen Begriff gibt es zwei gebräuchliche Beschreibungen:

- Mindestdauer des ausfallfreien Dauerbetriebs eines DM unter festgelegten Betriebs- und Umgebungsbedingungen;
- Wahrscheinlichkeit, eine geforderte Funktion unter festgelegten Betriebs- und Umgebungsbedingungen zu erfüllen.

Anmerkung zum Begriff: Die Zuverlässigkeit eines DM wird entweder als mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (en: meantime between failure, MTBF) oder Ausfallhäufigkeit (en: failures in time, FIT) angegeben:

- Die MTBF ist die mittlere Dauer des ausfallfreien Dauerbetriebs eines DM unter festgelegten Betriebs- und Umgebungsbedingungen.
- Die FIT ist die Anzahl der Ausfälle, die unter festgelegten Betriebs- und Umgebungsbedingungen in 10⁹ Geräte-Stunden erwartet wird.

4.2 Abkürzungen

Die Bedeutung der Abkürzungen wird in dieser Internationalen Norm bei ihrem ersten Auftreten im Text erklärt. Um das Gesamtverständnis des Texts zu erleichtern, werden jedoch nachfolgend alle in dieser Internationalen Norm vorkommenden Abkürzungen aufgeführt:

DM	dynamisches Modul (en: dynamic module)
DS	Bauartspezifikation (en: detail specification)
ESD	elektrostatischen Entladung (en: electrostatic discharge)
FIT	Ausfallhäufigkeit (en: failures in time)
FMEA	Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (en: failure mode and effects analysis)
MTBF	mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (en: meantime between failure)
RH	relative Feuchte (en: relative humidity)
UCL	oberes Vertrauensniveau (en: upper confidence level)

5 Anforderungen der Zuverlässigkeitsanerkennung

5.1 Allgemeines

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm sind alle inneren Bauteile, Bauelemente und Zusammenschaltungen als Blackbox anzusehen. Ebenso muss davon ausgegangen werden, dass bei Bauelementen dieser DM-Bauart das Spleißen, Verlegen und Befestigen der Faser, wie die Faser aus dem Gehäuse austritt und die Montage der Bauelemente mit einzubeziehen sind.

In dieser Internationalen Norm wird von der Annahme ausgegangen, dass die Zuverlässigkeit eines DM mit ausreichender Sicherheit anhand der Ausfallhäufigkeiten der enthaltenen Blackboxen ermittelt werden kann, wenn die Anerkennung der wesentlichen Bestandteile erfolgt ist.

Es gibt Funktionsminderungen und Ausfälle, die nicht auf Bauelementeausfälle zurückgeführt werden können. Dies trifft zum Beispiel auf die Verlegung und die Halterung der Faser zu. Die Qualität und die Zuverlässigkeit des Zusammenbaus, z. B. die Verlegung der Faser, muss mit einem Bewertungs- und Anerkennungsverfahren beurteilt und bestätigt werden. Die Verfahren zur Anerkennung des Montageprozesses sind in 5.4.3 beschrieben.

Nachfolgend ist aufgeführt, woraus sich die Blackboxen eines DM häufig zusammensetzen:

- passive optische Bauteile, einschließlich Verbindungskabel, Anschlussfasern, Steckverbinder und Spleiße;
- aktive optische Bauteile;
- Elektronik, einschließlich Leiterplatten, elektrische Steckverbinder usw.;
- sonstiges (z. B. das Spleißen, Verlegen und Befestigen der Faser, wie die Faser aus dem Gehäuse austritt und wie die Bauteile montiert sind).

Die Hersteller von DM müssen Angaben über die Anzahl und den Typ der enthaltenen Blackboxen machen und die Ausfallrate (in FITs) für jede Blackbox angeben.

Die DM-Ausfallrate ist, wie im nächsten Abschnitt beschrieben, durch geeignete Verknüpfung der Ausfallraten in FITs ihrer Blackboxen zu berechnen. Das bei der Berechnung der DM-Ausfallraten verwendete Modell und die Annahmen müssen, wenn der Hersteller dazu aufgefordert wird, bei einer Überprüfung angegeben und begründet werden.

5.2 Nachweis der Produktqualität

Da die Prüfungen zur Zuverlässigkeitsanerkennung nur mit einer begrenzten Anzahl von Einheiten durchgeführt werden können, ist das Vorhandensein eines Qualitätsmanagementsystems unerlässlich, damit die Qualität aller Einheiten anhaltend gewährleistet ist. Sobald die Anerkennung abgeschlossen ist, sind die Prüfungen einer begrenzten Anzahl von Prüflingen repräsentativ für die Fertigungseinheiten, die ausgeliefert werden sollen.

Diese Internationale Norm legt (wenn durch die Bauartspezifikation gefordert) die erforderlichen Mindestanforderungen für die Bewertung der Zuverlässigkeitsanerkennung eines DM fest und ist als Teil eines von den DM-Herstellern entwickelten und eingeführten Systems für das Qualitätsmanagement und die Zuverlässigkeitsanerkennung aller DM gedacht.

Die DM-Hersteller müssen nachweisen:

- ein dokumentiertes und auditiertes Fertigungsverfahren, einschließlich der Zuverlässigkeitsanerkennung von bezogenen Bauelementen, nach ISO 9000;
- die Werte des Betriebsverhaltens der Fertigungseinheiten (müssen zur Überprüfung vorliegen) und deren Verteilung (muss die ausreichende Kontrolle der Prozesse ausweisen);
- ein Zuverlässigkeitsanerkennungsprogramm, einschließlich z. B. der beschleunigten Lebensdauerprüfung, des Einbrennens und der Sortierung von Bauelementen und DM;

- ein Programm zur Aufrechterhaltung der Zuverlässigkeitsanerkennung, um die Kontinuität des Anerkennungsstatus sicherzustellen (dies kann durch zyklische Zuverlässigkeitsanerkennungsprüfungen des Produkts oder ähnlicher Produkte geschehen);
- ein Verfahren zur Sicherstellung einer entsprechenden Rückmeldung von Zuverlässigkeitsproblemen an Entwicklung und Produktion.

5.3 Prüfverantwortlichkeiten

Der DM-Hersteller ist für die Durchführung der Zuverlässigkeitsanerkennungsprüfungen verantwortlich.

Die in dieser Norm aufgeführten Prüfverfahren sind von dem DM-Hersteller durchzuführen. Zusätzliche Prüfungen dürfen in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

5.4 Prüfungen

5.4.1 Vollständige Kennwertbestimmung

Eine vollständige Bestimmung der Leistungskennwerte der Produkte (kann leistungsspezifikationsüberschreitend sein) muss bei allen Betriebsbedingungen (die weitreichender sein können als die Spezifikationen der Betriebsbedingungen) durchgeführt werden. Die Angaben müssen gesammelt und analysiert werden (zumindest die Durchschnittswerte und die Standardabweichungen) und zur Überprüfung zur Verfügung stehen.

5.4.2 Zuverlässigkeitsanerkennung von Bauteilen, Bauelementen und Zusammenschaltungen

Für alle Bauteile, Bauelemente und Zusammenschaltungen, aus denen sich ein DM zusammensetzt, muss die Zuverlässigkeitsanerkennung nach den jeweiligen für sie zutreffenden IEC-Normen erfolgen. Die Bauteile können einstellbare optische Dämpfungsglieder (en: variable optical attenuators, VOA), Abzweiger/Teiler, Empfänger, Trennvorrichtungen, Zirkulatoren, elektronische Bauelemente, Spleißverbindungen (einschließlich Unterbringung im Gehäuse oder Neubeschichtung), Kristalle, Spiegel, Prismen usw. enthalten, sind aber nicht darauf beschränkt.

Wenn für die Bauelemente keine IEC-Normen zur Verfügung stehen oder noch in der Entwicklung sind, sollten IEC-Normen von Bauelementen mit ähnlichen Mechanismen der Funktionsminderung und des Ausfallverhaltens herangezogen werden. Hierfür müssen Analysen der Ähnlichkeit der Mechanismen der Funktionsminderung und des Ausfallverhaltens bereitgestellt werden.

Zu beachten sind Konstruktionen, die eine Vielzahl von gleichen Bauelementen verwenden. Die Ausfallraten dieser Bauelemente können sich maßgeblich auf die Anzahl der Ausfälle des Gesamtsystems oder dessen Ausfallzeit auswirken. Die kumulative Funktionsminderung der einzelnen Bauelemente sollte ebenfalls untersucht werden. Als Folge könnten Prüfungen an zusätzlichen Prüflingen und strengere Ausfallbedingungen erforderlich sein.

Zusätzlich müssen die Kriterien für die Annahme/Rückweisung bei der Bauelementeanerkennung sorgfältig überprüft werden, um feststellen zu können, ob die Bauelementeanerkennung geeignet ist. Bei in Reihe geschalteten 1×2-Abzweigern beispielsweise vervielfacht sich nicht nur die Ausfallrate, sondern auch die Funktionsminderung (d. h. Multiplikation des Kriteriums für die Annahme/Rückweisung von 0,5 dB), was nicht zulässig sein kann. Das im Allgemeinen für die Änderung der Einfügungsdämpfung festgelegte Kriterium von 0,5 dB für die Annahme/Rückweisung ist viel zu ungenau für die Erfordernisse eines Produkts wie ein DM. Die Kriterien müssen strenger bemessen und die Bewertung der Anerkennung muss angepasst werden.

5.4.3 Zuverlässigkeitsanerkennung des DM-Montageverfahrens

Die Faserverlegung und die Bauteilmontage sind wichtige Abläufe des DM-Montageverfahrens und können somit entscheidend die Ausfallrate beeinflussen, wenn die Montage nicht ordnungsgemäß durchgeführt wird. Die Ausführung und die Verfahren müssen vollständig dokumentiert und geprüft werden. Alle Änderungen müssen durch entsprechende Versuchsdaten belegt werden.

Nachdem die Verlegung der Faser vollständig dokumentiert und überprüft worden ist (z. B. durch umfangreiche Messungen des Betriebsverhaltens vor und nach der Verlegung) und das fertige DM qualifiziert wurde, ist das Verfahren der Faserverlegung als anerkannter Prozess zu betrachten, der für andere ähnliche Produkte angewandt werden kann, für die bei der Herstellung eine Anerkennung nach Ähnlichkeit gefordert ist.

5.4.4 Zuverlässigkeitsanerkennung eines DM der Ausführung 1

Wie unter Punkt 5.1 für die Ausführung 1 beschrieben, sind die Bauteile (aus denen sich ein DM zusammensetzt) in getrennten Gehäusen untergebracht. Diese Gehäuse sind üblicherweise entweder luftdicht oder feuchtigkeitsbeständig verschlossen. Sie werden gemeinsam in eine Umhüllung eingebaut (die üblicherweise nicht luftdicht oder feuchtigkeitsbeständig verschlossen ist).

In Tabelle 1 ist das Verfahren der Zuverlässigkeitsanerkennung eines kompletten DM aufgeführt. Es wird der Mindestumfang der Prüfungen angegeben, die an DM durchzuführen sind, um die Zuverlässigkeit sicherzustellen.

Auf der Grundlage der für die Zuverlässigkeitsanerkennung geforderten Zuverlässigkeitsprüfungen für die inneren Blackboxen des DM ist die Prüflingsanzahl im Allgemeinen gering (zum Beispiel einige Prüflinge je DM-Typ).

In einigen speziellen Fällen kann die Verwendung von Klebstoffen im DM als kritischer Prozess angesehen werden und bedarf einer separaten Anerkennung. In Abhängigkeit von der möglichen Funktion des Klebstoffs (mechanische Befestigung, Spleißschutz, Brechzahlanpassung usw.) müssen die verschiedenen Ausfallmechanismen angesprochen und durch Zuverlässigkeits-/Qualifikationsdaten gestützt werden.

Der Schwerpunkt bei der Zuverlässigkeitsanerkennung eines DM der Ausführung 1 liegt bei dem Nachweis, dass die Zuverlässigkeit aller Bauelemente durch den angewandten Fertigungsprozess nicht vermindert wird.

Tabelle 1 – Geforderte Mindestprüfungen für DM der Ausführung 1 (1 von 2)

Prüfung		Prüfbedingung	Prüfdauer	Prüflinge
Hochtemperatur-Alterungsprüfung im eingeschalteten Zustand		85 °C	2 000 h	3
Temperaturwechsel im eingeschalteten Zustand		$T_{op,min}/T_{op,max} > 1$ °C/min	100 Wechsel	3
Mechanische Prüfungen im ausgeschalteten Zustand	Fallen (Schlag) ^a	Fallhöhe: 100 mm für <10 kg; 75 mm für 10 kg bis 25 kg	siehe Fußnote	3
	Schwingen ^b	10 Hz bis 55 Hz, 1,52 mm, 1 Oktave/min	2 h für jede Richtung	3
	Zug	5 N/10 N/100 N ^c	siehe Fußnote	3
Schock im eingeschalteten Zustand ^d		400 m/s ² , 5 ms für +/-z-Achse 200 m/s ² , 5 ms für +/-x-Achse 100 m/s ² , 5 ms für +/-y-Achse	3 Wiederholungen/Richtung	3
Schwingen im eingeschalteten Zustand ^d		50 Hz bis 500 Hz 20 m/s ² für z-Achse 10 m/s ² für x-Achse 5 m/s ² für y-Achse	2 Durchläufe/Richtung	3

Tabelle 1 – Geforderte Mindestprüfungen für DM der Ausführung 1 (2 von 2)

Prüfung	Prüfbedingung	Prüfdauer	Prüflinge						
ANMERKUNG 1	Es sind keine Ausfälle zulässig.								
ANMERKUNG 2	Die Prüfungen können nacheinander oder gleichzeitig durchgeführt werden.								
ANMERKUNG 3	Wenn die Lagerungstemperatur niedriger ist als die festgelegte Temperatur bei der Feuchteprüfung, ist eine weitere Prüfung bei $T_{\text{stg,max}}$ und einer relativen Feuchte $\geq 85\%$ durchzuführen.								
ANMERKUNG 4	Bei Prüfungen im eingeschalteten Zustand sollten die entsprechenden Parameter während der Prüfung überwacht werden.								
ANMERKUNG 5	In A.2 ist eine Verweisung auf ein Prüfverfahren für den Temperaturwechsel angegeben.								
ANMERKUNG 6	$T_{\text{stg,min}}$ ist die niedrigste Lagerungstemperatur des DM; $T_{\text{stg,max}}$ ist die höchste Lagerungstemperatur des DM; $T_{\text{op,max}}$ ist die höchste Betriebstemperatur des DM.								
a	Mechanische Prüfung: Schlag (Fall) (IEC 61300-2-12 für Fallvorgang)								
	<table><tr><th>Masse kg</th><th>Fallhöhe mm</th></tr><tr><td>0 bis <10</td><td>100</td></tr><tr><td>10 bis <25</td><td>75</td></tr></table>			Masse kg	Fallhöhe mm	0 bis <10	100	10 bis <25	75
Masse kg	Fallhöhe mm								
0 bis <10	100								
10 bis <25	75								
b	Mechanische Prüfung: Schwingen (sinusförmig, IEC 61300-2-1).								
c	Prüfung der Anschlussfaser (Zugfestigkeitsprüfung) [die erste Zahl in jeder Zeile ist der Außendurchmesser der ummantelten Faser oder des Faserkabels, für die bzw. das die festgelegten Prüfbedingungen gelten].								
	<table><tr><td>Zugfestigkeit des Kabelanschlusses (Zug)</td><td>2 mm: 20 N bis 100 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 900 µm: 10 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 250 µm: 5 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer</td><td>61300-2-4</td></tr></table>			Zugfestigkeit des Kabelanschlusses (Zug)	2 mm: 20 N bis 100 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 900 µm: 10 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 250 µm: 5 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer	61300-2-4			
Zugfestigkeit des Kabelanschlusses (Zug)	2 mm: 20 N bis 100 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 900 µm: 10 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 250 µm: 5 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer	61300-2-4							
d	Die Richtungen der x-, y- und z-Achse sind durch die Einbaurichtung der Leiterplatte im Gerät festgelegt (x-Achse: verläuft entlang der Vorder- und Rückseite der eingebauten Leiterplatte; y-Achse: verläuft entsprechend der Schwerkraft (nach oben und unten) der eingebauten Leiterplatte; z-Achse: verläuft rechtwinklig zur Leiterplatte). Wenn die Einbaurichtung vom Prüfer nicht festgelegt werden kann, muss die Prüfung unter den schwierigsten Bedingungen in allen Richtungen vorgenommen werden.								

Wesentlich ist, dass die bewerteten DM insgesamt für die Standardfertigung repräsentativ sein müssen und alle Fertigungsverfahren und/oder festgelegten Einbrenn- oder Sortiervorgänge durchlaufen haben (soweit nach der Bauartspezifikation anwendbar).

Nicht in dem vorliegenden Dokument angegebene Aspekte der Prüfbedingungen werden in der betreffenden Bauartspezifikation angegeben.

5.4.5 Zuverlässigkeitsanerkennung eines DM der Ausführung 2

In Tabelle 2 ist das Verfahren der Zuverlässigkeitsanerkennung eines DM der Ausführung 2 beschrieben. Nicht für alle Bauelemente eines DM der Ausführung 2 ist eine eigenständige erfolgreiche Prüfung möglich (siehe 4.2). Daher kann für viele Langzeitprüfungen der Umgebungseinflüsse nur auf der Ebene des fertig zusammengefügteten Endprodukts des DM eine wirksame Prüfung und Anerkennung erfolgen.

Einige Bauelemente können beispielsweise durch die Prüfung bei feuchter Wärme qualifiziert sein, während andere diese Prüfung, die für Telekommunikationsanwendungen gefordert wird, nicht durchlaufen dürfen. Deshalb muss die Prüfung unter den Bedingungen der feuchten Wärme an den mit allen Bauelementen bestückten DM-Einheiten durchgeführt werden. Dies scheint redundant, ist aber notwendig.

Tabelle 2 – Geforderte Mindestprüfungen für DM der Ausführung 2

Prüfung		Prüfbedingung	Prüfdauer	Prüflinge						
Hochtemperatur-Alterungsprüfung im eingeschalteten Zustand		85 °C	2 000 h	3						
Temperaturwechsel im eingeschalteten Zustand		$T_{op,min}/T_{op,max} > 1$ °C/min	100 Wechsel	3						
Feuchte Wärme		85 °C/85 % RH ^a	500 h	3						
Mechanische Prüfungen im ausgeschaltetem Zustand	Fallen (Schlag) ^b	Fallhöhe: 100 mm für <10 kg; 75 mm für 10 kg bis 25 kg	siehe Fußnote	3						
	Schwingen ^c	10 Hz bis 55 Hz, 1,52 mm, 1 Oktave/min	2 h/Richtung	3						
	Zug ^d	5 N/10 N/100 N	siehe Fußnote	3						
Schock im eingeschalteten Zustand ^e		400 m/s ² , 5 ms für +/-z-Achse 200 m/s ² , 5 ms für +/-x-Achse 100 m/s ² , 5 ms für +/-y-Achse	3 Wiederholungen/Richtung	3						
Schwingen im eingeschalteten Zustand ^e		50 Hz bis 500 Hz 20 m/s ² für z-Achse 10 m/s ² für x-Achse 5 m/s ² für y-Achse	2 Durchläufe/Richtung	3						
Hermetische Abdichtung (Überprüfung vor und nach dem Thermoschock von Flüssigkeit zu Flüssigkeit)		$\Delta T = 100$ °C	15 Wechsel	3 Prüfbox						
ANMERKUNG 1 Es sind keine Ausfälle zulässig.										
ANMERKUNG 2 Die Prüfungen können nacheinander oder gleichzeitig durchgeführt werden.										
ANMERKUNG 3 Wenn die Lagerungstemperatur niedriger ist als die festgelegte Temperatur bei der Feuchteprüfung, ist eine weitere Prüfung bei $T_{stg,max}$ und einer relativen Feuchte ≥ 85 % durchzuführen.										
ANMERKUNG 4 Bei Prüfungen im eingeschalteten Zustand sollten die entsprechenden Parameter während der Prüfung überwacht werden.										
ANMERKUNG 5 In A.2 ist eine Verweisung auf ein Prüfverfahren für den Temperaturwechsel angegeben.										
ANMERKUNG 6 $T_{stg,min}$ ist die niedrigste Lagerungstemperatur des DM; $T_{stg,max}$ ist die höchste Lagerungstemperatur des DM; $T_{op,max}$ ist die höchste Betriebstemperatur des DM.										
^a Feuchte Wärme: Einige Hersteller befürworten 100 h für die Prüfung mit feuchter Wärme bei 85 °C/85 % RH. Diese Prüfbedingungen dürfen angewendet werden. Andernfalls darf die Prüfung mit feuchter Wärme bei 40 °C/93 % RH mit der jeweils über den Beschleunigungsfaktor ermittelten längeren Prüfdauer durchgeführt werden.										
^b Mechanische Prüfung: Schlag (IEC 61300-3-12)										
		<table><tr><th>Masse kg</th><th>Fallhöhe mm</th></tr><tr><td>0 bis <10</td><td>100</td></tr><tr><td>10 bis <25</td><td>75</td></tr></table>	Masse kg	Fallhöhe mm	0 bis <10	100	10 bis <25	75		
Masse kg	Fallhöhe mm									
0 bis <10	100									
10 bis <25	75									
^c Mechanische Prüfung: Schwingen (sinusförmig, IEC 61300-2-1).										
^d Prüfung der Anschlussfaser (Zugfestigkeitsprüfung) [die erste Zahl in jeder Zeile ist der Außendurchmesser der ummantelten Faser oder des Faserkabels, für die bzw. das die festgelegten Prüfbedingungen gelten].										
		<table><tr><td>Zugfestigkeit des Kabelanschlusses (Zug)</td><td>2 mm: 20 N bis 100 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 900 µm: 10 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 250 µm: 5 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer</td><td>61300-2-4</td></tr></table>	Zugfestigkeit des Kabelanschlusses (Zug)	2 mm: 20 N bis 100 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 900 µm: 10 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 250 µm: 5 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer	61300-2-4					
Zugfestigkeit des Kabelanschlusses (Zug)	2 mm: 20 N bis 100 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 900 µm: 10 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer 250 µm: 5 N, 3 Wiederholungen, 5 s Zugdauer	61300-2-4								
^e Die Richtungen der x-, y- und z-Achse sind durch die Einbaurichtung der Leiterplatte im Gerät festgelegt (x-Achse: verläuft entlang der Vorder- und Rückseite der eingebauten Leiterplatte; y-Achse: verläuft entsprechend der Schwerkraft (nach oben und unten) der eingebauten Leiterplatte; z-Achse: verläuft rechtwinklig zur Leiterplatte). Wenn die Einbaurichtung vom Prüfer nicht festgelegt werden kann, muss die Prüfung unter den schwierigsten Bedingungen in allen Richtungen vorgenommen werden.										

Es ist von Bedeutung, dass die bewerteten DM insgesamt für die Standardfertigung repräsentativ sein müssen und alle Fertigungsverfahren und/oder festgelegten Einbrenn- oder Sortierv Verfahren durchlaufen haben (soweit nach der Bauartspezifikation anwendbar).

Nicht in dem vorliegenden Dokument angegebene Aspekte der Prüfbedingungen werden in der betreffenden Bauartspezifikation angegeben.

5.4.6 Kriterien der Annahme/Rückweisung

Bekanntermaßen ist das übliche Ausfallkriterium eine Änderung der Einfügungsdämpfung (en: insertion loss, IL) von mehr als 0,5 dB. Für DWDM-DM wie Wellenlängen-Blocker ist das Abweichen von der Mittenwellenlänge als Ausfallkriterium festzulegen. Die jeweils geeigneten Kriterien sollten auf Grundlage der für die erwartete Lebensdauer des Produkts zulässigen Funktionsminderung entwickelt werden. Nachfolgend ist ein Beispiel dafür aufgeführt.

BEISPIEL:

- Es wird ein Beschleunigungsfaktor für die Prüfbedingungen gegenüber den Betriebsbedingungen von 50 verwendet.
- Die gemessenen Parameter am Anfang der Lebensdauer liegen 1,0 dB unter denen am Ende der Lebensdauer.
- Es wird eine Lebenserwartung von 20 Jahren angenommen.
- Die zulässige Verminderung der Leistung bei einer Prüfdauer von 2 000 Stunden beträgt:
 $(1,0 \times 50 \times 2\,000) / (20 \times 365,25 \times 24) = 0,57 \text{ dB}$.
- Es sollte beachtet werden, dass nicht nur die IL als Parameter für die Annahme/Rückweisung herangezogen wird, sondern auch weitere vorkommende Parameter.

5.5 Verfahren zur Bewertung der Zuverlässigkeit

5.5.1 Analyse der Zuverlässigkeitsergebnisse

Dem DM-Anwender/SS muss ein Verfahren zur Analyse und Nachprüfung der Zuverlässigkeitsangaben des DM-Herstellers zur Verfügung stehen. Insbesondere sollte das Prüfverfahren die Analyse folgender Daten einschließen:

- Lebensdauerprüfdaten des kompletten dynamischen Moduls;
- Lebensdauerprüfdaten der inneren Bauelemente;
- Ergebnissen der Umweltprüfungen.

Die Ergebnisanalyse führt zu einem Bericht über die Zuverlässigkeitsparameter des DM für jeden Baugruppen- oder Untersystemtyp. Die minimalen Zuverlässigkeitsparameter müssen wie in Tabelle 4 (siehe unten) dargestellt sein.

5.5.2 Zuverlässigkeitsberechnungen

Vom DM-Hersteller wird für das vollständige DM eine Zuverlässigkeitsvorhersage zur Verfügung gestellt, die auf den Ausfallraten (in FIT) der im Innern des DM enthaltenen Blackboxen (Ausführung 1) oder den Daten für das komplette DM (Ausführung 2) beruht.

Die Ausfallraten der inneren Blackboxen müssen vom DM-Hersteller unter Berücksichtigung der Grundwerte angegeben werden, die aus den gesammelten Bauteilstunden zu bilden sind und von den verschiedenen im DM enthaltenen Bauelementen abgeleitet werden. Die Berechnungen für jede innere Blackbox müssen auf den derzeitigen Normen für die Zuverlässigkeitsberechnungen beruhen.

Die Zuverlässigkeitsberechnungen werden auch die Verschleißfehler beinhalten. Die für jede innere Blackbox angegebenen FIT-Zahlen müssen alle erwarteten Ausfallmechanismen berücksichtigen.

Die FIT-Zahlen der inneren Blackboxen müssen verknüpft werden, um die Ausfallrate eines DM der Ausführung 1, wie in Tabelle 3 erläutert, zu ergeben.

Tabelle 3 – Ausfallrate der Bauelemente

Komponente	Anzahl der Komponenten	Gemessener Wert (UCL 95 %)
Spleiß	n_2	A_2 FIT (Zufallsfehler)
Steckverbinder	n_3	A_3 FIT (Zufallsfehler)
Elektronik	n_4	A_4 FIT (Zufallsfehler)
Aktives Bauteil Typ 1	$n_{(4+1)}$	$A_{(4+1)}$ FIT (Zufalls- und Verschleißfehler)
Aktives Bauteil Typ 2	$n_{(4+2)}$	$A_{(4+2)}$ FIT (Zufalls- und Verschleißfehler)
.....		
Aktives Bauteil Typ m	$n_{(4+m)}$	$A_{(4+m)}$ FIT (Zufalls- und Verschleißfehler)
Weiteres enthaltenes Bauteil Typ 1	$n_{(4+m+1)}$	$A_{(4+m+1)}$ FIT (Zufallsfehler)
Weiteres enthaltenes Bauteil Typ 2	$n_{(4+m+2)}$	$A_{(4+m+2)}$ FIT (Zufallsfehler)
.....		
Weiteres enthaltenes Bauteil Typ h	$n_{(4+m+h)}$	$A_{(4+m+h)}$ FIT (Zufallsausfall)
Passives optisches Bauteil Typ 1	$n_{(4+m+h+1)}$	$A_{(4+m+h+1)}$ FIT (Zufallsausfall)
Passives optisches Bauteil Typ 2	$n_{(4+m+h+2)}$	$A_{(4+m+h+2)}$ FIT (Zufallsausfall)
.....		
Passives optisches Bauteil Typ k	$n_{(4+m+h+k)}$	$A_{(4+m+h+k)}$ FIT (Verschleißfehler)
Faserverlegung		
Anschluss des optisches Bauteils	$n_{(4+m+h+k)}$	$A_{(4+m+h+k)}$ FIT
Andere mit FMECA festgestellte Ausfallverhalten	$n_{(4+m+h+k)}$	$A_{(4+m+h+k)}$ FIT
Gesamtausfallrate		$\sum_i A_i^* n_i$
ANMERKUNG n_i ist die Anzahl der Bauteile jeden Typs, die im DM enthalten ist.		

5.5.3 Prüfverfahren für die Zuverlässigkeitsanerkennung

Tabelle 4 enthält eine Aufstellung normativer Verweisungen, die für Prüfungen für die Zuverlässigkeitsanerkennung und die Prüfbedingungen für DM-Bauteile zutreffend sind.

Tabelle 4 – Aufstellung der IEC-Zuverlässigkeitsprüfverfahren für optische Bauteile

Enthaltene Bauteile	IEC-Verweisung (Dokumentennummer der Zuverlässigkeitsanerkennung)
Passive optische Bauteile	62005-9-1
Optische Steckverbinder	TR 62005-9-2
Aktive optische Bauteile	Normenreihe 62572