

**Zuverlässigkeit von LWL-Verbindungselementen
und passiven Bauelementen**

Teil 2: Quantitative Beurteilung der Zuverlässigkeit auf der Basis von beschleunigten
Alterungsprüfungen – Temperatur und Feuchte; konstant
(IEC 62005-2:2001) Deutsche Fassung EN 62005-2:2001

DIN**EN 62005-2**

ICS 33.180.20

Reliability of fibre optic interconnecting devices and passive
components

Part 2: Quantitative assessment of reliability based on accelerated
ageing tests – Temperature and humidity; steady state
(IEC 62005-2:2001); German version EN 62005-2:2001

Fiabilité des dispositifs d'interconnexion et des composants passifs à
fibres optiques

Partie 2: Evaluation quantitative de la fiabilité en fonction d'essais de
vieillesse accélérés – Température et humidité; régimes continus
(CEI 62005-2:2001); Version allemande EN 62005-2:2001

Die Europäische Norm EN 62005-2:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 62005-2 wurde am 2001-05-01 angenommen.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.7 „LWL-Verbindungstechnik und passive optische Komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 86B/1176/CD:1999-04.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2006 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Fortsetzung Seite 2
und 19 Seiten EN

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

DIN EN 62005-2:2002-02

IEC 62005 mit dem Titel „Zuverlässigkeit von LWL-Verbindungselementen und passiven LWL-Bauteilen – Teil 1: Einführender Leitfaden und Begriffe“ besteht aus folgenden Teilen:

Teil 1: Einführender Leitfaden und Begriffe

Teil 2: Quantitative Beurteilung der Zuverlässigkeit auf der Basis von beschleunigten Alterungsprüfungen – Temperatur und Feuchte, konstant

Teil 3: Prüfungen zur Beurteilung von Ausfallarten und Ausfallmechanismen bei passiven LWL-Bauteilen

Teil 4: Produktsortierprüfung ¹⁾

Teil 6: Anwendung von Einsatzergebnissen zur Bestimmung, Festlegung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Bauteilen ¹⁾

Teil 7: Beanspruchungsmodelle ¹⁾

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 62005-1	IEC 62005-1:2001	–	–
EN 62005-2	IEC 62005-2:2001	–	–
EN 62005-3	IEC 62005-3:2001	–	–
EN 62005-4	IEC 62005-4:1999	DIN EN 62005-4:2001-08	–

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

DIN EN 62005-4, *Betriebszuverlässigkeit von Lichtwellenleitern – Verbindungselemente und passive Bauteile – Teil 4: Produktsortierprüfung* (IEC 62005-4:1999); Deutsche Fassung EN 62005-4:1999.

¹ In Bearbeitung.

Deutsche Fassung

**Zuverlässigkeit von LWL-Verbindungselementen
und passiven Bauelementen**

Teil 2: Quantitative Beurteilung der Zuverlässigkeit auf der Basis von beschleunigten
Alterungsprüfungen – Temperatur und Feuchte; konstant
(IEC 62005-2:2001)

Reliability of fibre optic interconnecting devices
and passive components
Part 2: Quantitative assessment of reliability
based on accelerated ageing tests –
Temperature and humidity; steady state
(IEC 62005-2:2001)

Fiabilité des dispositifs d'interconnexion et des
composants passifs à fibres optiques –
Partie 2: Evaluation quantitative de la fiabilité en
fonction d'essais de vieillissement accélérés –
Température et humidité ; régimes continus
(CEI 62005-2:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-05-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 86B/1438/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 62005-2, ausgearbeitet von dem SC 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“, des IEC TC 86, „Fibre optics“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-05-01 als EN 62005-2 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2002-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-05-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62005-2:2001 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Einführung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Anleitung für Prüfungen auf Verschleißausfälle	5
3.1 Ausfallverteilung	5
3.2 Medianwert der Dauer bis zum Ausfall (MTF)	5
4 Prüfmatrix der Lebensdauer	7
5 Praktisches Beispiel	8
5.1 Matrix der Prüfbedingungen	8
5.2 Analyse der Ergebnisse	9
5.3 Berechnung des Medianwerts der Dauer bis zum Ausfall	11
5.4 Berechnung des Temperaturbeschleunigungsfaktors	13
5.5 Berechnung des Feuchtebeschleunigungsfaktors	14
5.6 Extrapolation auf Betriebsbedingungen	15
5.7 Berechnung der Ausfallrate	16
6 Berechnung der Zufallsausfallrate	17
7 Konsequenzen für die Systemzuverlässigkeit	18
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	19

Einführung

Untersuchungen an passiven LWL-Bauteilen wie z. B. Verzweigern haben ergeben, dass diese Ausfallmechanismen aufweisen, die sowohl durch Temperatur als auch durch Feuchte beschleunigt werden. In vielen der vorgeschlagenen Anwendungsbereiche, insbesondere der Telekommunikation, kommen die Geräte in Umgebungen zum Einsatz, die sowohl hohe Temperatur als möglicherweise auch hohe Feuchte aufweisen. Erkenntnisse über die beschleunigende Wirkung von Temperatur und Feuchte sind deshalb wichtig, damit die Gebrauchstauglichkeit der Geräte sichergestellt werden kann.

Ein Systementwickler hat eine Gesamtzielvorgabe für die Zuverlässigkeit eines Systems, die in einzelne Ziele unterteilt werden kann, welche alle Bauteile des Systems umfassen. Der Einsatzort eines Bauteils in einem Netzwerk bestimmt dessen Zuverlässigkeitsziel. Wenn ein Fehlzustand in einem Bauteil nicht zu einem Betriebsausfall führt, z. B. wenn der Betrieb auf „Backup“ zurückstellt, so ist das Zuverlässigkeitsziel dieses Bauteils möglicherweise nicht so streng. Es gibt jedoch neben der Bereitstellung der Betriebskontinuität ein zweites Kriterium, die so genannte Instandhaltungsbelastung. Diese ist ein Maß für den zeitlichen Aufwand für Reparaturen an einem Netzwerk, und ein Anbieter muss sicherstellen, dass sie ein ökonomisch vertretbares Maß nicht überschreitet. Die Zuordnung von Zuverlässigkeitszielen für bestimmte Bauteile ist ein Vorgang, für den Erfahrung im Umgang mit dem Verhalten von Bauteilen in bestimmten Umgebungen erforderlich ist. Der Ausfall von passiven LWL-Bauteilen scheint hauptsächlich auf Verschleißerscheinungen zurückführbar zu sein, sodass die Ausfallrate nicht zeitkonstant ist. Dies bedeutet, dass Informationen nicht nur über den Medianwert der Dauer bis zum Ausfall, sondern auch über die zeitliche Verteilung der Ausfallraten erforderlich sind.

Das folgende Beispiel bezieht sich zwar hauptsächlich auf Temperatur und Feuchte, es ist jedoch nicht zu vergessen, dass andere Faktoren wie Schwingungen oder das Vorhandensein von organischen Lösemitteln die Dauer bis zum Ausfall ebenfalls verkürzen können. Für die Auswahl geeigneter Lebensdauerprüfungen müssen die künftigen Einsatzbedingungen des Bauteils sowie die möglichen Ausfallmechanismen des Bauteils bekannt sein. Es gibt möglicherweise Ausfallmechanismen, die sich nicht problemlos durch typische Beanspruchung beschleunigen lassen. Bei der Erarbeitung von Normen sollte IEC 62005 als Mindestanforderung betrachtet und weitere noch in Bearbeitung befindliche Teile zur Klärung verwendet werden, ob zusätzliche Belastungsprüfungen erforderlich sind.

Ein weiteres Problem sind Zufallsausfälle. Solche Ausfälle eines Bauteils sind nicht auf Verschleißerscheinungen zurückzuführen. Zufallsausfälle treten folglich mit konstanter Häufigkeit in einer Menge von Geräten auf und werden häufig als stationäre Ausfälle bezeichnet.

Es ist zu beachten, dass das in dieser Norm angegebene Verfahren für die Lebensdauerprüfung nachweislich für passive Bauteile gilt, die unter Bedingungen arbeiten, bei denen die Umgebungstemperatur nicht um mehr als $\pm 15^\circ\text{C}$ vom Mittelwert abweicht. Es gilt nur für Geräte, die nach der entsprechenden Spezifikation für das Betriebsverhalten unter den beabsichtigten Betriebsbedingungen spezifiziert worden sind.

Einrichtungen, die Bauteile enthalten, deren korrektes Verhalten auf mechanischen Bewegungen beruht, erfordern eine zusätzliche Lebensdauerprüfung, damit das korrekte mechanische Betriebsverhalten der Bauteile während der gesamten Lebensdauer sichergestellt bleibt. Dennoch stellt das in diesem Teil der IEC 62005 angegebene Verfahren für die Lebensdauerprüfung einen wichtigen Teil der für diese Bauteile erforderlichen Informationen über die Zuverlässigkeit dar.

Bauteile, die größeren Temperaturschwankungen oder weiteren zusätzlichen Belastungen wie z. B. Schwingungen ausgesetzt sind, erfordern ebenfalls zusätzliche Lebensdauerprüfungen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62005 dient als Grundlage für die Festlegung von Prüfungen der Zuverlässigkeit von passiven LWL-Bauteilen. Er enthält Angaben über Verfahren zur Ermittlung der Lebensdauer, die Berechnung der Ausfallraten und die Darstellung von Ergebnissen. Zusätzlich zur allgemeinen Anleitung zeigt ein praktisches Beispiel das Verfahren zur Berechnung der momentanen Ausfallrate eines Geräts während seiner Betriebslebensdauer auf der Basis von beschleunigten Alterungsprüfungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 62005-4:1999, *Reliability of fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 4: Product screening*

3 Anleitung für Prüfungen auf Verschleißausfälle

3.1 Ausfallverteilung

Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei Verschleißausfällen von passiven LWL-Bauteilen eine logarithmische Normalverteilung der Dauern bis zum Ausfall angenommen werden kann. Das heißt, dass der Logarithmus zur Basis e der Dauern bis zum Ausfall eine normale (Gaußsche) Verteilung hat. Der Dispersionsparameter σ ist die Standardabweichung des Logarithmus zur Basis e der Dauern bis zum Ausfall. Die logarithmische Normalverteilung ist die Basis der Berechnungen in dieser Norm.

Die Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion einer Lognormalverteilung ist durch Gleichung (1) gegeben:

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left\{ \frac{\ln(t/t_m)}{\sigma} \right\}^2 \right] \quad (1)$$

Dabei ist

$t_m = t_{50}$ der Medianwert der Dauer bis zum Ausfall (MTF), bei 50 % der Prüflinge,
 σ die Standardabweichung von $\ln(t)$.

In einigen Fällen kann eine Weibull-Verteilung eine bessere Darstellung der Ausfallverteilung anzeigen. Die in dieser Norm enthaltenen Grundsätze sind dennoch gültig, aber die Berechnungen zur Bestimmung der Verschleißausfallraten sind nicht identisch. In Fällen, in denen Versuchsergebnisse zeigen, dass es mehr als einen wichtigen Ausfallmechanismus gibt, sollten der Medianwert der Dauer bis zum Ausfall und die Verteilung für jeden Fall aufgezeichnet werden.

Es sollten Angaben gemacht werden, die die Extrapolationsmodelle und die in den Vorhersagen der Zuverlässigkeit verwendeten Aktivierungsenergien rechtfertigen. Zur Unterstützung der Grundlagen für die beschleunigten Alterungsprüfungen sollten Rückmeldungen aus der Praxis gesammelt werden. In Fällen, in denen Rückmeldungen andeuten, dass die tatsächlichen Ausfallraten stark von den vorhergesagten abweichen, sollte eine Ausfallanalyse durchgeführt werden, damit das Programm der beschleunigten Alterungsprüfungen entsprechend geändert werden kann.

In dieser gesamten Norm werden die Ausfallraten in FIT ausgedrückt, wobei ein FIT als ein Ausfall in 10^9 Betriebsstunden definiert ist. Diese Ausdrucksweise für die Ausfallrate hat bei der Beurteilung der Systemzuverlässigkeit mehr Aussagekraft als der MTF-Wert. Aus der Sicht des Systems sind die frühen Ausfälle die kritischen. Der MTF bezieht sich auf eine Dauer, innerhalb deren die Hälfte der Bauteile einen Ausfall haben werden – ein Wert, der an sich keine Bedeutung bei der Berechnung der Zuverlässigkeit eines Systems hat.

3.2 Medianwert der Dauer bis zum Ausfall (MTF)

Alterungsprüfungen sind erforderlich, um die langfristige Zuverlässigkeit passiver LWL-Bauteile aufzuzeigen. Prüfungen bei hohen Temperaturen und Feuchte sind die am häufigsten verwendeten Verfahren zur Ermittlung von Zuverlässigkeitsdaten in einer Prüfung von angemessener Dauer.