

DIN EN 61014

ICS 29.020; 31.020

Ersatz für
DIN IEC 61014:1993-01
Siehe jedoch Vorwort

**Programme für das Zuverlässigkeitswachstum (IEC 61014:2003);
Deutsche Fassung EN 61014:2003**

Programmes for reliability growth (IEC 61014:2003);
German version EN 61014:2003

Programmes de croissance de fiabilité (CEI 61014:2003);
Version allemande EN 61014:2003

Gesamtumfang 44 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 61014:2001-10

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 132 „Zuverlässigkeit“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 56 „Dependability“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2011 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

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.

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.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 61014 wurde am 2003-09-01 angenommen.

Daneben darf DIN IEC 61014:1993-01 noch bis 2006-09-01 angewendet werden.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 61014:1993-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Verweisungen zu den Zuverlässigkeitsmanagementnormen wurden eingefügt.
- Begriffe bez. des Zuverlässigkeitswachstums während des Produktentwurfs wurden hinzugefügt.
- Flussdiagramme für das Zuverlässigkeitswachstum in 4.4 und 6.4.8 (siehe Bilder 1 und 8) sind korrigiert worden.
- Der Abschnitt für die Zuverlässigkeitswachstumsplanung in der Entwurfsphase ist hinzugefügt worden (siehe 4.5).
- Ein Abschnitt über Managementaspekte, der das Zuverlässigkeitswachstum im Entwurf und in der Prüfphase (siehe Abschnitt 5) betrachtet, ist aufgenommen worden.
- Abschnitt 6 ist erweitert worden, um das Zuverlässigkeitswachstum in der Entwurfsphase mit seinen analytischen und Prüfaspekten abzudecken.
- Das Bild, das die projizierte Ausfalldichte aufgrund einer modellbasierten Abschätzung zeigt (siehe Bild 10), ist korrigiert worden.
- Ein Abschnitt über das Zuverlässigkeitswachstum während des Betriebs (siehe Abschnitt 7) ist hinzugefügt worden.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 61014:1993-01

Deutsche Fassung

Programme für das Zuverlässigkeitswachstum
(IEC 61014:2003)

Programmes for reliability growth
(IEC 61014:2003)

Programmes de croissance de fiabilité
(CEI 61014:2003)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-09-01 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, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn 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 56/859/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61014, ausgearbeitet von dem IEC/TC 56 „Dependability“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-09-01 als EN 61014 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): 2004-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-09-01

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 61014:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61703 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61703:2002 (nicht modifiziert).

ISO 9000 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 9000:2000 (nicht modifiziert).

ISO 9001 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 9001:2000 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	6
4 Grundlagen	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Ursachen von Schwachstellen und Ausfällen	14
4.2.1 Allgemeines	14
4.2.2 Systematische Schwachstellen	14
4.2.3 Nicht systematische Schwachstellen	15
4.3 Grundkonzepte des Zuverlässigkeitswachstums im Produktentwicklungsverfahren; Integriertes Zuverlässigkeitsentwicklungskonzept	15
4.4 Grundlagen über das Zuverlässigkeitswachstum in der Prüfphase	16
4.5 Planung des Zuverlässigkeitswachstums und Schätzung der erreichten Zuverlässigkeit während der Entwurfsphase.....	18
4.5.1 Allgemeines	18
4.5.2 Zuverlässigkeitswachstum in der Produktentwicklungs-/Entwurfsphase	18
4.5.3 Zuverlässigkeitswachstum durch Prüfprogramme	19
5 Management-Gesichtspunkte.....	21
5.1 Allgemeines	21
5.2 Verfahrensweise einschließlich der Verfahren in der Entwurfsphase	21
5.3 Zusammenarbeit.....	22
5.4 Mitarbeiteraufwand und Kosten der Entwurfsphase.....	23
5.5 Kostenvorteile	24
6 Planung und Durchführung der Zuverlässigkeitswachstumsprogramme.....	24
6.1 Integrierte Zuverlässigkeitswachstumskonzepte und Überblick.....	24
6.2 Zuverlässigkeitswachstumsaktivitäten in der Entwurfsphase.....	25
6.2.1 Aktivitäten in der Konzept- und Produktanforderungsphase.....	25
6.2.2 Produktdefinition und vorläufiger Entwurf.....	26
6.2.3 Projektentwurfsphase	26
6.2.4 Werkzeuge, erste Fertigungsläufe (Vorproduktion), Produktionsphase	27
6.2.5 Produkt im Einsatz.....	28
6.3 Zuverlässigkeitswachstumsaktivitäten in der Validierungsphase.....	28
6.4 Überlegungen zur Zuverlässigkeitswachstumsprüfung.....	28
6.4.1 Allgemein	28
6.4.2 Prüfplanung	29
6.4.3 Besondere Betrachtungen für nicht instandsetzbare Einheiten, nur einmal verwendbare (Verbrauchs-)Einheiten und Bauelemente	30

	Seite
6.4.4 Ausfallklassen	31
6.4.5 Klassen von nicht zu wertenden Ausfällen	31
6.4.6 Klassen von zu wertenden Ausfällen	32
6.4.7 Kategorien von zu wertenden Ausfällen in der Prüfung	32
6.4.8 Verfahren der Zuverlässigkeitsverbesserung in den Zuverlässigkeitswachstumsprüfungen	32
6.4.9 Mathematische Modelle des Zuverlässigkeitswachstums bei der Prüfung	34
6.4.10 Art und Ziele der Modellerstellung	35
6.4.11 Grundlagen über Zuverlässigkeitskenngrößen bei der Zuverlässigkeitswachstumsprüfung und ihr Gebrauch beim Erstellen von Modellen	35
6.4.12 Berichtswesen der Zuverlässigkeitswachstumsprüfung und Dokumentation	39
7 Zuverlässigkeitswachstum während des Betriebs	40
Literaturhinweise	41
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	42
 Bild 1 – Vergleich zwischen Wachstums- und Instandsetzungsverfahren in der Zuverlässigkeitswachstumsprüfung	17
Bild 2 – Geplante Verbesserung (Verminderung) der äquivalenten Ausfallrate	19
Bild 3 – Geplante Zuverlässigkeitsverbesserung in Form von Überlebenswahrscheinlichkeit	19
Bild 4 – Zeitlicher Verlauf der zu wertenden Prüf- oder Betriebsausfälle	20
Bild 5 – Gesamtstruktur eines Zuverlässigkeitswachstumsprogramms	21
Bild 6 – Verbindungen und Funktionen	23
Bild 7 – Integriertes Zuverlässigkeitsentwicklungsverfahren	25
Bild 8 – Verfahren des Zuverlässigkeitswachstums bei der Prüfung	34
Bild 9 – Kurven der momentanen und extrapolierten Ausfalldichte	36
Bild 10 – Projizierte Ausfalldichte aufgrund einer modellbasierten Abschätzung	38
Bild 11 – Beispiele für Wachstumskurven und „Sprünge“	39

Einleitung

Die Verbesserung der Zuverlässigkeit durch Wachstumsprogramme sollte ein Teil der Zuverlässigkeitsaktivitäten in der Entwicklung eines Produktes sein. Dieses gilt insbesondere für einen Entwurf, der neuartige oder nicht geprüfte Techniken, Bauelemente oder einen großen Anteil Software enthält. In solch einem Falle können die Programme im Laufe der Zeit viele Arten von Schwachstellen offen legen, die entwurfsbedingte Ursachen haben. Es ist wesentlich, die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen, die ihre Ursache in diesen Schwachstellen haben, so weit wie möglich zu reduzieren, um ihr späteres Auftreten in Abnahmeprüfungen oder im Betrieb zu vermeiden. Eine Änderung des Entwurfs zu diesem späten Zeitpunkt ist häufig sehr beschwerlich, kostspielig und zeitaufwendig.

Die Lebensdauerkosten können minimiert werden, wenn die notwendigen Entwurfsänderungen zum frühestmöglichen Zeitpunkt durchgeführt werden.

IEC 60300-3-5, Abschnitt 1 weist auf „Zuverlässigkeitswachstums- (oder Verbesserungs-)Programme“ hin, die die Zuverlässigkeitsentwurfsanalyse und die Prüfung der Zuverlässigkeit von Geräten, mit dem vorrangigen Ziel, die Zuverlässigkeit zu verbessern, einschließen. Die Zuverlässigkeitsentwurfsanalyse wendet die analytischen Verfahren und Techniken wie in IEC 60300-3-1 beschrieben an. Die Zuverlässigkeitsentwurfsanalyse ist von besonderem Wert, weil sie eine frühe Identifikation von potenziellen Entwurfschwächen noch vor der Fertigstellung des Entwurfs erlaubt. Dies ermöglicht es, Entwurfsänderungen durchzuführen, die kostengünstig und einfach umzusetzen sind, ohne die Folgen wie Hauptkonstruktionsänderungen, Programmverzögerungen und Änderungen von Werkzeugen sowie Produktionsprozessen. Die Überprüfung des Zuverlässigkeitswachstums und die begleitenden Vorkehrungen für ein derartiges Prüfprogramm sind im Wesentlichen die gleichen wie in IEC 60300-3-5, IEC 60605-2 und IEC 60605-3.

Die Wichtigkeit des Zuverlässigkeitswachstumsprogrammes, das in den Entwurfs- oder Produktentwicklungsprozess integriert ist und als integrierte Zuverlässigkeitsentwicklung bekannt ist, wird durch knappe Zeit für die Markteinführung, Programmkosten und das Bemühen um Produktkostenreduktion bestimmt.

Trotz seiner Wirksamkeit bei der Aufdeckung potenzieller Betriebsprobleme ist ein Zuverlässigkeitswachstumsprüfprogramm für sich allein oft teuer, benötigt viel Prüfzeit und Ressourcen, und die Korrekturmaßnahmen sind beträchtlich teurer, als wenn sie im frühen Stadium des Entwurfs gefunden und durchgeführt worden wären. Die Dauer dieser Prüfungen, die manchmal sehr viel Zeit benötigen, würde zusätzlich ernsthaft den Zeitplan für Vertrieb und Markteinführung des Systems beeinträchtigen.

Die kosteneffektive Lösung dieser Herausforderungen ist ein voll integriertes Zuverlässigkeitswachstumsprogramm sowohl in der Entwurfs- und Bewertungsphase als auch in der Prüfphase. Diese Anstrengung wird durch ein starkes Projektmanagement, durch ingenieurmäßige Entwicklung und oft durch Kundenbeteiligung unterstützt. Während der vergangenen Jahre haben führende Industrieorganisationen Analysen und Testmethoden entwickelt und angewandt, die voll in die Entwurfsbemühungen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit während der Produktentwicklungsphase integriert sind. Das reduziert die Abhängigkeit von formalen und langwierigen Zuverlässigkeitswachstumsprüfungen. Diese Technologie ist die Grundlage für die integrierte Zuverlässigkeitswachstumsstrategie in dieser Norm und wird in Abschnitt 6 unten diskutiert werden. Einige Definitionen und Begriffe werden vorher angegeben, um die Grundlagen für die Diskussion der integrierten Zuverlässigkeitswachstumsmethoden zu schaffen.

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm führt Anforderungen auf und gibt Anleitungen zur Aufdeckung und Beseitigung von Schwachstellen in Hardware und Software für das Zuverlässigkeitswachstum.

Diese Norm ist anzuwenden, wenn die Produktspezifikation ein Zuverlässigkeitswachstumsprogramm für die Betriebseinrichtung (elektronische, elektromechanische und mechanische Hardware sowie auch Software) fordert oder wenn bekannt ist, dass es unwahrscheinlich ist, dass der Entwurf eine Nachweisprüfung ohne Verbesserung bestehen wird.

Nach der Auflistung der grundlegenden Begriffe folgt die Beschreibung der Organisation, Planungs- und Prüftätigkeiten (Labor oder Betrieb), der Ausfallanalyse und der notwendigen Verbesserungstechniken. Mathematische Modelle zur Ermittlung der erreichten Zuverlässigkeit werden kurz behandelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die zitierte Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60300-1, *Dependability management – Part 1: Dependability management systems*¹⁾

IEC 60300-2, *Dependability management – Part 2: Guidelines for dependability management*²⁾

IEC 60300-3-1, *Dependability management – Part 3-1: Application guide – Analysis techniques for dependability – Guide on methodology*

IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions und statistical test principles*

IEC 60605-2, *Equipment reliability testing – Part 2: Design of test cycles*

IEC 60605-3 (all parts), *Equipment reliability testing – Part 3: Preferred test conditions*

IEC 60605-4, *Equipment reliability testing – Part 4: Statistical procedures for exponential distribution – Point estimates, confidence intervals, prediction intervals und tolerance intervals*

IEC 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode und effects analysis (FMEA)*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

IEC 61160, *Formal design review*

IEC 61164, *Reliability growth – Statistical test und estimation methods*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgende Begriffe.

¹⁾ Die zweite Ausgabe wurde veröffentlicht.

²⁾ Die zweite Ausgabe wird noch veröffentlicht.

ANMERKUNG 1 Bestimmte Benennungen stammen aus der IEC 60050(191) und da, wo es der Fall ist, wird in eckigen Klammern nach der Definition darauf Bezug genommen. ISO 9000:2000 wird als Bezug zum Qualitätsvokabular verwendet.

ANMERKUNG 2 Zur Analyse von Zuverlässigkeitswachstumsprüfdaten ist es wichtig, zwischen den Begriffen „Ausfall-dichte“ (für instandsetzbare Einheiten) und „Ausfallrate“ oder „momentane Ausfallrate“ (für nicht instandsetzbare Einheiten oder nur einmal verwendbare Einheiten) nach 60050(191) zu unterscheiden.

3.1

Einheit^{N1)}

das, was einzeln beschrieben und betrachtet werden kann

ANMERKUNG Eine Betrachtungseinheit kann zum Beispiel ein System, ein Betriebsmittel, eine Funktionseinheit, ein Bauteil oder ein Bauelement sein; sie kann aus Hardware, Software oder beidem bestehen und kann in besonderen Fällen auch Personen einschließen.

[IEC 60050, 191-01-01]

3.2

Verbesserung der Funktionsfähigkeit^{N1)}

Erzielung von Wachstum der Funktionsfähigkeit durch Maßnahmen zur Verhütung systematischer Ausfälle und/oder Verringerung der Wahrscheinlichkeit sonstiger Ausfälle

[IEC 60050, 191-17-05]

ANMERKUNG 1 In dieser Norm wird ein Verfahren beschrieben, mit dem systematische Schwachstellen durch korrektive Maßnahmen oder die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens reduziert werden können.

ANMERKUNG 2 Für jede Einheit bestehen Grenzen hinsichtlich der Durchführbarkeit, der Wirtschaftlichkeit und der erreichbaren Verbesserung.

3.3

Wachstum der Funktionsfähigkeit^{N1)}

im Zeitverlauf fortschreitende Verbesserung einer Maßgröße der Funktionsfähigkeit einer Einheit

[IEC 60050, 191-17-04]

ANMERKUNG Modellerstellung (Projektion) und Analyse der Zuverlässigkeitsverbesserung während der Entwurfsphase basieren auf der standardmäßigen Abschätzung der erwarteten Produktzuverlässigkeit innerhalb eines vorgegebenen Zeitabschnitts.

3.4

integrierte Zuverlässigkeitsentwicklung

ein Entwicklungswerkzeug, das aus einer Vielzahl von Zuverlässigkeitsverfahren besteht, die integraler Bestandteil aller Entwicklungsstufen und -aktivitäten eines Produkts von der Konzeptphase bis zum betriebsmäßigen Einsatz durch Kombination von Beiträgen aller relevanten Stellen sind

3.5

Produktzuverlässigkeitsziel

Zuverlässigkeitsziel für ein Produkt auf der Grundlage bestimmter gemeinsamer Unternehmensziele, Forderungen des Markts oder erwünschter Einsatzserfolgswahrscheinlichkeit, das aus Sicht der jüngsten Erfahrungen und der technischen Weiterentwicklung vernünftigerweise erreichbar ist

ANMERKUNG Für einige Projekte wird das Zuverlässigkeitsziel vom Kunden vorgegeben. Das produktspezifische Ziel ist der Zielwert des Zuverlässigkeitswachstumsverfahrens.

^{N1)} Deutsche Übersetzungen des aktuellen IEV 191 (IEC 60050-191:1990-12, konsolidiert mit IEC 60050-191/A1:1999-03 und IEC 60050-191/A2:2002-01).

3.6

systematische Schwachstelle

eine Schwachstelle, die nur durch Änderungen der Konstruktion oder des Herstellungsverfahrens, der Betriebsabläufe, der Dokumentation oder anderer relevanter Faktoren oder durch Ersetzen von Bauelementen, die nicht die Anforderung erfüllen, durch Bauelemente von geprüfter besserer Zuverlässigkeit beseitigt oder in ihren Auswirkungen reduziert werden kann

ANMERKUNG 1 Eine systematische Schwachstelle verursacht oft einen Ausfall, der aufgrund einer Schwachstelle in der Konstruktion, Herstellung oder Dokumentation entstanden ist.

ANMERKUNG 2 Instandsetzung oder Ersatz (oder nochmaliger Lauf der Software) ohne Abänderungen führen üblicherweise zum Wiederauftreten ähnlicher Fehler.

ANMERKUNG 3 Softwarebedingte Schwachstellen sind immer systematisch.

3.7

nicht systematische Schwachstelle

eine Schwachstelle, die nicht systematisch ist

ANMERKUNG 1 In diesem Fall ist das Risiko sich wiederholender Ausfälle ähnlicher Art klein oder sogar vernachlässigbar innerhalb der erwarteten Prüfdauer.

ANMERKUNG 2 Bei Software gibt es keine nicht systematischen Schwachstellen.

3.8

Ausfall^{N1)}

Beendigung der Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen

ANMERKUNG 1 Nach einem Ausfall befindet sich die Einheit in einem Fehlzustand.

ANMERKUNG 2 Der Ausfall ist ein Ereignis, im Unterschied zum Fehlzustand.

[IEV 191-04-01]

ANMERKUNG 3 Der Begriff „Beendigung“ deutet an, dass das Produkt fähig ist, eine gewünschte Funktion auszuführen, und dann diese Fähigkeit verliert. Ist der Systementwurf einmal geeignet, die spezifizierte Leistungsanforderung zu erfüllen, dann bedeutet der Zuverlässigkeitsausfall die Beendigung dieser Fähigkeit.

3.9

Ausfallart

Ausfallart ist die Art und Weise, in der ein System oder Bauteil aufhört, seine vorgesehene Betriebsweise auszuführen

ANMERKUNG 1 Eine Ausfallart kann durch die Häufigkeit ihres Auftretens oder durch die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens gekennzeichnet sein, mit der sie die System- oder Bauteilzuverlässigkeit beeinflusst.

ANMERKUNG 2 Um die Zuverlässigkeit eines Systems und seine entsprechenden Ausfallarten ermitteln zu können, müssen die Ursachen dieser Ausfallarten und die Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Arten in der für das System vorgesehenen Einsatzumgebung bestimmt werden.

3.10

sachdienlicher Ausfall^{N1)}

Ausfall, der in die Bewertung von Prüf- oder Betriebsergebnissen oder in die Berechnung des Werts einer Maßgröße der Funktionsfähigkeit einbezogen werden sollte

ANMERKUNG 1 Die Kriterien für die Einbeziehung sollten festgelegt sein.

[IEV 191-04-13]

ANMERKUNG 2 Die Kriterien für die Einbeziehung sind in 6.4.6 genannt.

^{N1)} Deutsche Übersetzungen des aktuellen IEV 191 (IEC 60050-191:1990-12, konsolidiert mit IEC 60050-191/A1:1999-03 und IEC 60050-191/A2:2002-01).

3.11**nicht sachdienlicher Ausfall^{N1)}**

Ausfall, der nicht für die Bewertung von Prüf- oder Betriebsergebnissen oder in die Berechnung des Werts einer Maßgröße der Überlebenswahrscheinlichkeit einbezogen werden sollte

[IEV 191-04-14]

ANMERKUNG Die Kriterien für den Ausschluss als nicht sachdienlicher Ausfall sind in 6.4.6 genannt.

3.12**systematischer Ausfall^{N1)}**

Ausfall, bei dem eindeutig auf eine Ursache geschlossen werden kann, die nur durch eine Veränderung des Entwurfs oder des Fertigungsprozesses, der Art und Weise des Betriebes, der Bedienungsanleitung oder anderer Einflussfaktoren beseitigt werden kann

ANMERKUNG 1 Eine Instandsetzung ohne derartige Veränderungen beseitigt in der Regel nicht die Ausfallursache.

ANMERKUNG 2 Ein systematischer Ausfall kann gezielt durch Simulation der Ausfallursache ausgelöst werden.

ANMERKUNG 3 In dieser Norm wird ein systematischer Ausfall als ein Ausfall definiert, der von einer systematischen Schwachstelle herrührt.

3.13**nicht systematischer Ausfall**

Ausfall, der von einer nicht systematischen Schwachstelle herrührt

In einem Prüfprogramm für Zuverlässigkeitswachstum beobachtete Ausfallkategorien**3.14****Ausfallkategorie A**

ein bei der Prüfung erkannter systematischer Ausfall, für den keine Änderungen aufgrund von Kosten, Zeit, technologischen Beschränkungen und anderen Gründen durch das Management veranlasst werden

3.15**Ausfallkategorie B**

ein bei der Prüfung erkannter systematischer Ausfall, aufgrund dessen Änderungen durch das Management veranlasst werden

ANMERKUNG Ausfallkategorisierung ist nicht für das Zuverlässigkeitswachstum in der Produktentwurfsphase anwendbar, denn die Sicht auf mögliche Ausfallarten ist komplett verschieden. Alle Bauteile könnten hier möglicherweise in der einen oder anderen Art versagen, aber die Wahrscheinlichkeit und die Folgen eines solchen Ereignisses können sehr verschieden sein. Ausfallarten und ihre möglichen Ursachen, die sehr wahrscheinlich vorkommen, werden zuerst betrachtet und, falls die Mittel und Pläne es erlauben, werden auch andere Ausfallarten, die weniger wahrscheinlich sind, behandelt. Ein Produkt mit einer hohen Anzahl von Bauteilen, bei dem jedes von diesen mehrfache Ausfallarten haben kann und jede dieser Ausfallarten mehrfache Ursachen haben könnte, könnte einen hohen Aufwand erfordern, um sie einzustufen und danach jede dieser Ausfallarten oder Ursachen erneut einzuteilen, was letztendlich zu hinderlich und zu teuer ist, um die Klassifizierung zu rechtfertigen. Da die Einstufung des Ausfalls keinen Mehrwert bringt, wird sie während der Bemühungen um Zuverlässigkeitswachstum in der Produktentwicklungsphase nicht angewendet.

3.16**Fehlzustand^{N1)}**

Zustand einer Einheit, in dem sie unfähig ist, eine geforderte Funktion zu erfüllen, wobei die durch Wartung oder andere geplante Handlungen bzw. durch das Fehlen äußerer Mittel verursachte Funktionsunfähigkeit ausgeschlossen ist

ANMERKUNG Ein Fehlzustand ist oft das Ergebnis eines Ausfalls der Einheit selbst, er kann aber auch ohne vorherigen Ausfall vorhanden sein.

[IEV 191-05-01]

^{N1)} Deutsche Übersetzungen des aktuellen IEV 191 (IEC 60050-191:1990-12, konsolidiert mit IEC 60050-191/A1:1999-03 und IEC 60050-191/A2:2002-01).

3.17

Art des Fehlzustands

einer der möglichen Fehlzustände bezüglich einer geforderten Funktion einer fehlerhaften Einheit

ANMERKUNG Es ist davon abzuraten, die Benennung „Ausfallart“ im gleichen Sinne zu verwenden.

[IEV 191-05-22]

ANMERKUNG Der Begriff „Ausfallart“ in diesem Sinn darf zur Kennzeichnung eines möglichen Einheiten- oder Bauteilausfalls verwendet werden.

3.18

momentane Zuverlässigkeitskenngröße

der Wert einer Zuverlässigkeitskenngröße einer Einheit zu einem (zurückliegenden oder zum gegenwärtigen) Zeitpunkt innerhalb eines Zuverlässigkeitswachstumsprogramms

ANMERKUNG 1 Die in der Entwurfsanalyse benutzte Zuverlässigkeitskenngröße ist die erwartete Produktzuverlässigkeit zu einem vorbestimmten Zeitpunkt oder die entsprechende Ausfalldichte, errechnet aus der bewerteten Produktzuverlässigkeit innerhalb eines interessierenden Zeitabschnittes.

ANMERKUNG 2 Gelegentlich kann die Zuverlässigkeitskenngröße in Begriffen der entsprechenden MTBF oder MTTF ausgedrückt werden, die ebenfalls aus der bewerteten Produktzuverlässigkeit innerhalb eines interessierenden Zeitabschnittes berechnet werden.

ANMERKUNG 3 Immer wenn die Zeit in dieser Norm benutzt wird, kann sie durch andere Zählweisen wie z. B. Zyklen, Entfernungen (Meilen, Kilometer) oder Kopien ersetzt werden.

ANMERKUNG 4 In dieser Norm wird der Begriff Ausfallintensität für eine Zuverlässigkeitskenngröße eines reparierbaren Systems benutzt, aber Begriffe wie Ausfallrate, momentane Ausfallrate, MTBF oder MTTF können passend eingesetzt werden. Ein System wird weiterhin als instandsetzbar angenommen, wenn nichts anderes angegeben ist.

ANMERKUNG 5 Die Zuverlässigkeitskenngrößen, die allgemein für ein zu prüfendes System benutzt werden, sind die (momentane) Ausfalldichte (IEV 191-12-04) oder die mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF) (IEV 191-12-09) bzw. die (momentane) Ausfallrate (IEV 191-12-02) oder die mittlere Zeitdauer bis zum Ausfall (MTTF) (IEV 191-12-07).

ANMERKUNG 6 Die Werte für die Zuverlässigkeitskenngrößen werden mit Modellen für das Zuverlässigkeitswachstum abgeschätzt, die für die Produktverbesserung entweder während der Entwicklungsphase oder für die Prüfphase bestimmt sind.

3.19

extrapolierte Zuverlässigkeitskenngröße

eine Zuverlässigkeitskenngröße einer Einheit, die für einen zukünftigen Zeitpunkt in einem Zuverlässigkeitswachstumsprüfprogramm vorhergesagt wird, wobei die Verbesserungen während des gesamten Programms ohne Verzögerung eingeführt werden

ANMERKUNG 1 Die Definition „extrapoliert“ (IEV 191-18-03) wird hier nur im Sinne des zeitlichen Verlaufs verwendet.

ANMERKUNG 2 Es wird angenommen, dass die vorherigen Prüfbedingungen und Änderungsabläufe unverändert weiterbestehen.

ANMERKUNG 3 Der Wert der Zuverlässigkeitskenngröße wird durch Anwendung eines Zuverlässigkeitswachstumsmodells mit bestehenden Daten berechnet, und es wird angenommen, dass der gleiche Trend auch für die zukünftige Programmperiode zutrifft.

ANMERKUNG 4 Zuverlässigkeitskenngrößen, die allgemein benutzt werden, sind die (momentane) Ausfalldichte (IEV 191-12-04) oder die mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF) (IEV 191-12-09) bzw. die (momentane) Ausfallrate (IEV 191-12-02) oder die mittlere Zeitdauer bis zum Ausfall (MTTF) (IEV 191-12-07).

ANMERKUNG 5 Die extrapolierte Zuverlässigkeitskenngröße ist nicht für den Gebrauch in einem Zuverlässigkeitswachstumsprogramm während der Entwicklungsphase geeignet.

3.20**projizierte Zuverlässigkeitskenngröße**

vorhergesagte Kenngröße einer Einheit als Folge der gleichzeitigen Einführung mehrerer Verbesserungen

ANMERKUNG 1 Die Änderungen werden häufig zwischen zwei aufeinander folgenden Phasen eines Programms ausgeführt.

ANMERKUNG 2 Zuverlässigkeitskenngrößen, die allgemein beim formalen Zuverlässigkeitswachstumsprüfprogramm benutzt werden, sind die (momentane) Ausfalldichte (IEV 191-12-04) oder die mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF) (IEV 191-12-09) bzw. die (momentane) Ausfallrate (IEV 191-12-02) oder die mittlere Zeitspanne bis zum Ausfall (MTTF) (IEV 191-12-07).

ANMERKUNG 3 Die Zuverlässigkeitskenngröße während des Zuverlässigkeitswachstums in der Entwicklungsphase ist die Produktzuverlässigkeit hoch gerechnet für Zeitabschnitte wie Garantiezeit oder Einsatzdauer.

ANMERKUNG 4 Die Werte dieser Kenngrößen werden durch ein Zuverlässigkeitswachstumsmodell abgeschätzt.

3.21**Einsatzprofil**

ausführliche Information zu Umwelt und Betrieb, deren Ebenen und Inhalte, Dauer und Abfolgen, die man bei einem neuen Produkt anzutreffen erwartet

3.22**Bericht über das Verhalten des Produkts im Einsatz**

Zusammenfassung und Analyse der Betriebsdaten, die sich auf das zu entwickelnde Produkt beziehen

3.23**Produktspezifikation im Hinblick auf die Zuverlässigkeit**

Beschreibung der erwarteten Produktleistung für einen festgelegten Zeitabschnitt mit dem erwarteten Einsatzprofil

3.24**Zuverlässigkeits- und Lebensdauerprüfung**

Prüfung (unter Umwelt- oder andere Beanspruchungen), die entworfen wurde, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Ausfallarten oder ihrer entsprechenden Ursachen nachzuweisen oder abzuschätzen, wenn dies allein durch Analysen schwierig zu erreichen ist

ANMERKUNG Betriebsprüfung (Lebensdauerprüfung) wird an einem Produkt ausgeführt, um die Zuverlässigkeit nachzuweisen.

3.25**Zuverlässigkeitswachstumsplanung**

Planung der Zuverlässigkeitstätigkeiten wie Analysen, Bauteile- und Werkstoffauswahl und Prüfungen, durch die eine Steigerung der Produktzuverlässigkeit erreicht werden könnte

ANMERKUNG Der gleiche Begriff kann sich auch auf die Planung der Größe und der Menge der Konstruktionsverbesserungen beziehen, die notwendig sind, um das Zuverlässigkeitsziel für das Produkt zu erreichen. Diese Planung besteht aus einer analytischen Darstellung des Verlaufs des Zuverlässigkeitswachstums im Entwurf und gibt eine Schätzung über Anzahl und Umfang der Konstruktionsänderungen (Verbesserungen), die notwendig sind, um das Zuverlässigkeitsziel zu erreichen.

3.26**vorläufige Zuverlässigkeitsabschätzungen**

Abschätzungen für ein neues Produkt, die auf einem früheren Entwurf basieren

3.27**vorläufige Zuverlässigkeitszuweisung**

denjenigen Teilen des Entwurfs zugeteilte Zuverlässigkeit, bei denen wegen noch unzureichender Informationen erste Schätzungen nicht gemacht werden können

3.28

Entwurfsrichtlinien

Dokument mit Entwurfsregeln, die bekannte Entwurfskriterien für Zuverlässigkeitsverbesserung aufzeigen

3.29

fortlaufende Entwurfszuverlässigkeitsbewertung

aktualisieren der Zuverlässigkeitsbewertung des neuen Produkts in Übereinstimmung mit dem Entwicklungsfortschritt und der Prüfung der Bauteile und Untersysteme

3.30

FMEA und Abschwächung von Ausfallarten

Ermittlung der kritischen bzw. sicherheitsrelevanten Ausfallarten, deren Ursachen und Auswirkungen und Schätzung der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens bez. des Produkteinsatzprofils und Lebensdauer

ANMERKUNG Die Abschwächung betrifft die Ursachen und Wirkungen schwerwiegender und häufig auftretender Ausfallarten. Ein sehr hilfreiches Werkzeug in der Ausfallartenanalyse eines Entwurfs wird in der Fehlerbaumanalyse gesehen, die eine logische Darstellung der Hardware und der damit verbundenen Ausfallarten ist.

3.31

Schlüsselbauelemente

Bauteile, die für die beabsichtigte Produktleistung wesentlich sind und die auf der Grundlage von verfügbaren und zufrieden stellenden Zuverlässigkeits- und Umweltinformationen beurteilt und ausgewählt werden

3.32

endgültiger Zuverlässigkeitsbericht

Zusammenstellung der Verfahren, Analysen, Prüfungen, Ergebnisse, Erfahrungen, abgeschwächte Folgen der Ausfallarten, kritischer Bauteile und deren Zuverlässigkeitsbefunde, des erreichten Zuverlässigkeitswachstums und der endgültigen Zuverlässigkeitsschätzung samt Bewertung des Vertrauens in die Zuverlässigkeit und Vollständigkeit des Produkts

ANMERKUNG Der Bericht enthält die gewonnenen Informationen als eine Quelle für Informationen, Verweisungen, Berichte sowie als ein Startpunkt für die nächste Version oder für ein ähnliches Produkt.

3.33

Zuverlässigkeitsbewertung von Produktänderungen

Beurteilung von Änderungen der Bauteile, des Entwurfs oder der Produktionsverfahren im Hinblick auf die Produktzuverlässigkeit

ANMERKUNG Die Änderungen können sich aus Korrekturen, Kostenreduktionen der Produkte oder Änderungen im Produktionsverfahren ergeben.

3.34

kontinuierliche Zuverlässigkeitsprüfung

Prüfen der Zuverlässigkeit an laufenden Losen der Produktion, um zu verifizieren, dass die Produktzuverlässigkeit durch das Produktionsverfahren oder ein Bauteillos minderer Qualität nicht beeinträchtigt worden ist

3.35

FRACAS

Analyse von Ausfallberichten und System von Korrekturmaßnahmen (en: Failure Reporting Analysis and Corrective Action System), d. h. ein abgeschlossenes System zur Verfolgung und Behebung von Entwurfsproblemen

ANMERKUNG In Form einer Datenbank ist dieses System eine Informationsquelle von aus Prüfung und Betrieb gewonnenen Ausfallarten der Produkte, die dem neuen Entwurf ähneln. Die Analyse kann dann die mögliche Existenz jener Ausfallarten im zu analysierenden Entwurf behandeln.

3.36

System

Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Elementen

[ISO 9000:2000, 3.2.1]