

DIN EN IEC 63287-1



ICS 31.080.01

Ersatz für
DIN EN 60749-43:2018-05
Siehe Anwendungsbeginn

**Halbleiterbauelemente –
Allgemeine Leitlinien für die Qualifikation von Halbleitern –
Teil 1: Leitlinien für die IC-Zuverlässigkeitsqualifikation
(IEC 63287-1:2021);
Deutsche Fassung EN IEC 63287-1:2021**

Semiconductor devices –
Generic semiconductor qualification guidelines –
Part 1: Guidelines for IC reliability qualification
(IEC 63287-1:2021);
German version EN IEC 63287-1:2021

Dispositifs à semiconducteurs –
Lignes directrices génériques concernant la qualification des semiconducteurs –
Partie 1: Lignes directrices concernant la qualification de la fiabilité des circuits intégrés
(IEC 63287-1:2021);
Version allemande EN IEC 63287-1:2021

Gesamtumfang 46 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2021-09-29 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2023-09-01.

Für DIN EN 60749-43:2018-05 besteht eine Übergangsfrist bis 2024-09-29.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 63287-1:2020-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 47 „Semiconductor devices“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<https://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

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

Hinweis: Entgegen des fehlenden Ersatzvermerks auf der EN-Titelseite wird mit Erscheinen dieser Norm DIN EN 60749-43:2018-05 zurückgezogen. Siehe hierzu auch die Abschnitte Anwendungsbeginn und Änderungen.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten 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.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60749-43:2018-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument wurde umbenannt und neu nummeriert, um es von IEC 60749 (alle Teile) zu unterscheiden;
- b) ein neuer Abschnitt im Zusammenhang mit dem Konzept der Familie wurde hinzugefügt und der bestehende Text wurde entsprechend neu nummeriert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60749-43: 2018-05

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Halbleiterbauelemente – Allgemeine Leitlinien für die Qualifikation von Halbleitern – Teil 1: Leitlinien für die IC-Zuverlässigkeitsqualifikation (IEC 63287-1:2021)

Semiconductor devices – Generic semiconductor qualification guidelines – Part 1: Guidelines for IC reliability qualification (IEC 63287-1:2021)

Dispositifs à semiconducteurs – Lignes directrices génériques concernant la qualification des semiconducteurs – Partie 1: Lignes directrices concernant la qualification de la fiabilité des circuits intégrés (IEC 63287-1:2021)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2021-09-29 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 47/2703/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 63287-1, erarbeitet vom IEC/TC 47 “Semiconductor devices” wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 63287-1:2021 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop) 2022-06-29
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) 2024-09-29

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Komitee des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Gremien ist auf den Internetseiten des CENELEC abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 63287-1:2021 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 60068-2-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-1.
IEC 60068-2-30	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-30.
IEC 60749-11	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60749-11.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60749-5	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 5: Steady-state temperature humidity bias life test	EN 60749-5	–
IEC 60749-6	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 6: Storage at high temperature	EN 60749-6	–
IEC 60749-15	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 15: Resistance to soldering temperature for through-hole mounted devices	EN IEC 60749-15	–
IEC 60749-20	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20: Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat	EN IEC 60749-20	–
IEC 60749-21	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 21: Solderability	EN 60749-21	–
IEC 60749-23	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 23: High temperature operating life	EN 60749-23	–
IEC 60749-25	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 25: Temperature cycling	EN 60749-25	–
IEC 60749-26	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model (HBM)	EN IEC 60749-26	–
IEC 60749-28	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 28: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Charged device model (CDM) - device level	EN 60749-28	–

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60749-29	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 29: Latch-up test	EN 60749-29	–
IEC 60749-42	–	Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 42: Temperature and humidity storage	EN 60749-42	–

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	7
Einleitung.....	11
1 Anwendungsbereich.....	12
2 Normative Verweisungen.....	12
3 Begriffe.....	12
4 Produktkategorien und Anwendungsfälle.....	13
5 Ausfall.....	14
5.1 Ausfallverteilung.....	14
5.2 Frühausfälle.....	15
5.2.1 Beschreibung.....	15
5.2.2 Frühausfallrate.....	16
5.2.3 Screening.....	19
5.3 Zufälliger Ausfall.....	22
5.3.1 Beschreibung.....	22
5.3.2 Mittlere Ausfallrate.....	22
5.4 Abnutzungsbedingter Ausfall.....	25
5.4.1 Beschreibung.....	25
5.4.2 Abnutzungsbedingte Ausfallrate.....	25
6 Zuverlässigkeitsprüfung.....	28
6.1 Beschreibung der Zuverlässigkeitsprüfung.....	28
6.2 Zuverlässigkeitsprüfplan.....	28
6.2.1 Verfahren zum Erstellen eines Zuverlässigkeitsprüfplans.....	28
6.2.2 Schätzung der zum TDDB-Nachweis auf Grundlage der Anzahl der Prüfmuster erforderlichen Prüfdauer.....	31
6.2.3 Schätzung der zum TDDB-Nachweis auf Grundlage der Prüfdauer erforderlichen Anzahl an Proben.....	32
6.3 Verfahren der Zuverlässigkeitsprüfung.....	33
6.4 Beschleunigungsmodelle für Zuverlässigkeitsprüfungen.....	36
6.4.1 Arrhenius-Modell.....	36
6.4.2 U-Modell.....	36
6.4.3 Absolutes Wasserdampfdruck-Modell.....	36
6.4.4 Coffin-Manson-Modell.....	37
6.5 Familien-Konzept.....	37
6.5.1 Allgemeines.....	37
6.5.2 Durchführung von Lebensdauerprüfungen mittels Familie.....	37
6.5.3 Nachweis der Frühausfallrate mittels Familie.....	40
7 Belastungsprüfverfahren.....	42

8	Ergänzende Prüfungen.....	43
9	Tabellarische Zusammenfassung der Voraussetzungen.....	44
10	Zusammenfassung.....	45
	Literaturhinweise.....	46

Bilder

Bild 1	– Badewannenkurve.....	15
Bild 2	– Ausfallsverhalten von Losen bei der IC-Herstellung während der Frühausfallphase.....	16
Bild 3	– Prinzipielles Weibull-Diagramm für die Frühausfallrate.....	17
Bild 4	– Beispiel für ein Ausfallsverhältnis α (in Hundertern) und Anzahl der Ausfälle für ein CL von 60 %..	19
Bild 5	– Sichten und geschätzte Frühausfallsrate im Weibull-Diagramm.....	20
Bild 6	– Badewannenkurve mit Festlegung des Nullpunktes unmittelbar nach der Fertigung.....	21
Bild 7	– Badewannenkurve mit Festlegung des Nullpunktes nach dem Sichten.....	21
Bild 8	– Prinzipielle Darstellung der Berechnungsmethode für die mittlere Ausfallrate anhand der Exponential-Verteilung.....	23
Bild 9	– Prinzipielle Darstellung der Berechnungsmethode für die mittlere Ausfallrate als eine Erweiterung der Frühausfälle.....	24
Bild 10	– Prinzipielle Darstellung der abnutzungsbedingten Ausfälle.....	26
Bild 11	– Prinzipielle Darstellung zur Beschreibung des Konzepts der beschleunigten Prüfung.....	26
Bild 12	– Konzept der Zuverlässigkeitsprüfung in einem Weibull-Diagramm (auf Grundlage des Stichprobenumfangs).....	30
Bild 13	– Konzept der Zuverlässigkeitsprüfung in einem Weibull-Diagramm (auf Grundlage der Prüfdauer)	33
Bild 14	– Unterschiede in Bezug auf Prüflösungsumfänge entsprechend dem m -Wert (Prinzip).....	34
Bild 15	– Wie die Screeningfehlerrate in Abhängigkeit von Unterschieden in der Chipgröße gesehen wird (Beispiel).....	41

Tabellen

Tabelle 1	– Beispiele für Produktkategorien.....	13
Tabelle 2	– Kumulative Ausfallwahrscheinlichkeit von 0,1 % über 10 Jahre hinweg [$\times 10^{-6}$] für das 3., 5. und 7. Jahr.....	30
Tabelle 3	– Wesentliche Zuverlässigkeits-(Lebensdauer-)Prüfverfahren und -zwecke.....	34
Tabelle 4	– Beispiele für die Anzahl der Prüfmuster und die Prüfdauer in typischen Zuverlässigkeits-(Lebensdauer-) Prüfverfahren.....	35
Tabelle 5	– Familien-Konzept (Beispiel).....	38
Tabelle 6	– Konzept von Unterschied/Ausfallmechanismus/entsprechendem Prüfungsbestandteil (Beispiele).....	39
Tabelle 7	– Faktoren für Beispiele für die Berechnung der Frühausfallrate mittels Familiendaten.....	41
Tabelle 8	– LTPD-Stichprobentabelle für Annahmezahl $A_c = 0$	43
Tabelle 9	– Wesentliche Zuverlässigkeits-(Festigkeits-)Prüfverfahren und -zwecke.....	43
Tabelle 10	– Ergänzende Prüfungen.....	43
Tabelle 11	– Beschleunigungsfaktoren, Berechnungsformeln und numerische Werte ^a	44

Einleitung

Dieses Dokument stellt Leitlinien für Hersteller von integrierten Halbleiterschaltungen (IC) bei der Vorbereitung ausführlicher Prüfpläne zur Zuverlässigkeit für die Anerkennung von Bauelementen bereit. Solche Pläne sollen vor Beginn von Qualifikationsprüfungen und nach Absprache mit dem Anwender des Halbleiter-IC-Produkts erstellt werden.

Der Leitfaden enthält einige Beispiele für die Erstellung von Prüfplänen zur Zuverlässigkeitsqualifikation, um entsprechende Bedingungen für die Zuverlässigkeitsprüfung zu bestimmen, die auf den Gebrauchsbedingungen und Anforderungen für die Anwendung integrierter Halbleiterschaltungen basieren. Es werden Kategorien für Anwendungen im Automobilbau und für allgemeine Anwendungen als Zuverlässigkeitsziele eingeführt. Die Anspruchsklasse für die Automobilanwendung wird weiterhin in zwei Klassen entsprechend den Anwendungen unterteilt. In dem Leitfaden werden jährliche Betriebsstunden, die Lebensdauer usw. für jede Klasse angenommen und Verifizierungsverfahren für Frühausfallrate und abnutzungsbedingten Ausfall definiert, um entsprechende Zuverlässigkeitsprüfungen zu erstellen; gleichzeitig werden Konzepte für die fachgerechte Qualitätssicherung von integrierten Halbleiterschaltungen unter Anwendung von Screentechniken, welche zur Senkung der Frühausfallrate ausgelegt sind, präsentiert.

Die in diesem Leitfaden präsentierten Prüfbedingungen und die Werte der Beschleunigungsfaktoren sind aufgeführt, um Berechnungsbeispiele zur Ermittlung von Zuverlässigkeitsprüfbedingungen für die Verifizierung der geforderten Qualitätsstandards bereitzustellen, und nicht ausgelegt sind, um die Standards zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit von integrierten Halbleiterschaltungen zu definieren.

ANMERKUNG Qualifikationsprüfungen sind Prüfungen, in welchen der Halbleiterhersteller der durch seine Produktanwender geforderten Zuverlässigkeit Rechnung trägt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 63287 enthält Leitlinien für Qualifikationspläne zur Zuverlässigkeit von integrierten Halbleiter-IC-Produkten. Dieses Dokument ist nicht für Militär- und Raumfahrtanwendungen vorgesehen.

ANMERKUNG 1 Der Hersteller kann flexible Stichprobenumfänge verwenden, um Kosten zu senken und eine angemessene Zuverlässigkeit durch die vorliegende Leitlinienanpassung basierend auf EDR-4708, AEC Q100, JESD47 oder einem anderen relevanten Dokument zu erhalten, das, wenn festgelegt, anwendbar sein kann.

ANMERKUNG 2 Die in diesem Dokument angewandte Weibull-Verteilung ist eine von mehreren Methoden zur Berechnung des geeigneten Stichprobenumfangs und der geeigneten Prüfbedingungen eines bestimmten Zuverlässigkeitsprojekts.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 60749-5, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 5: Steady-state temperature humidity bias life test*

IEC 60749-6, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 6: Storage at high temperature*

IEC 60749-15, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 15: Resistance to soldering temperature for through-hole mounted devices*

IEC 60749-20, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20: Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat*

IEC 60749-21, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 21: Solderability*

IEC 60749-23, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 23: High temperature operating life*

IEC 60749-25, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 25: Temperature cycling*

IEC 60749-26, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model (HBM)*

IEC 60749-28, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 28: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Charged device model (CDM) – Device level*

IEC 60749-29, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 29: Latch-up test*

IEC 60749-42, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 42: Temperature and humidity storage*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Ausfallart

Klassifizierung eines Ausfallphänomens, das zum Produktausfall führt

Anmerkung 1 zum Begriff: Unterbrechung, Kurzschluss, störende Dämpfung, Abrieb, charakteristische Alterung usw. werden typischerweise als Ausfallarten betrachtet.

3.2

Ausfallmechanismus

physikalischer, chemischer oder anderer Prozess, der zu einem Produktausfall führt, um funktionale Anforderungen (oder Ausfallarten) zu erfüllen

3.3

integrierte Schaltung

IC

Mikroschaltung, in der alle oder einige Schaltungselemente untrennbar zusammengefügt und elektrisch untereinander verbunden sind, so dass sie für konstruktive und kommerzielle Zwecke als unteilbar betrachtet wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: IEV:521-10-03

4 Produktkategorien und Anwendungsfälle

Qualitätsanforderungen, Betriebsstunden und Feld-Betriebsbedingungen von integrierten Schaltungen hängen von den Anwendungsfällen ab, in denen die Erzeugnisse verwendet werden. Als ein Beispiel für das Erstellen wissenschaftlicher Prüfpläne werden ihre Anwendungsfälle ganz allgemein in drei Produktkategorien gruppiert: Automobilanwendung A, Automobilanwendung B und Endverbraucher-/Konsumenten-anwendung. In Tabelle 1 ist eine Aufstellung der Qualitätsanforderungen hinsichtlich jeder Produktkategorie und die Definition ihrer Anwendungsbedingungen angeführt.

Tabelle 1 – Beispiele für Produktkategorien

Kriterien	Automobilbauanwendung A	Automobilbauanwendung B	Endverbraucher-/Konsumenten-anwendung
Kategorien für Klasse	Anwendung im Automobilbau für direkten sicherheitsrelevanten Einsatz. (Ausfälle können Unfälle verursachen.)	Anwendung im Automobilbau, die nicht direkt Sicherheitsbelange betrifft.	Haus- oder Büroelektronik, Spielzeug, Haushaltsgeräte und Serveranwendungen.
Anwendungsbeispiele	Motor, Bremsen, Fahrassistenz-Systeme, Airbags	Navigationssysteme, Klimaanlage des Fahrzeugs, Audiosysteme	Hauselektronik, Spielzeug, Haushaltsgeräte
Jährliche Betriebsstunden	500 h Ist abhängig davon, ob im Betrieb Zündung ein- oder ausgeschaltet ist.	500 h	Bis zu 8 760 h Ist abhängig von den Anwendungen.
Lebensdauer	15 Jahre (kumulative Ausfall-Wahrscheinlichkeit: 0,1 %)	15 Jahre (kumulative Ausfall-Wahrscheinlichkeit: 0,1 %)	Bis zu 10 Jahre (kumulative Ausfallwahrscheinlichkeit: 0,1 %) Ist abhängig von der Anwendung.

Kriterien	Automobilbauanwendung A	Automobilbauanwendung B	Endverbraucher-/Konsumenten-anwendung
Angenommene Betriebsbedingungen (Beispiele für Bedingungen, die für die Anwendungen unterschiedlich sind)	Beispiel für Motorraum $T_{a,min} = -40\text{ °C} / T_{a,max} = 125\text{ °C}$ $T_{j,typ} = 100\text{ °C} / T_{j,max} = 150\text{ °C}$ min. relative Luftfeuchte: 0 / max. relative Luftfeuchte: 100 %, relative Luftfeuchte (bei 10 % Fahrt) (bei 70 % Stopp) Beispiel für Innenraumbedingungen $T_a = -40\text{ °C (min.)} / 85\text{ °C (max.)}$ $T_j = 85\text{ °C (typ.)} / 125\text{ °C (max.)}$ relative Luftfeuchte = 0 (min.) / 100 % (max.), relative Luftfeuchte (bei 10 % Fahrt) (bei 70 % Stopp)		$T_{a,min} = 0\text{ °C} / T_{a,max} = 70\text{ °C}$ $T_j = 70\text{ °C} / 105\text{ °C (max.)}$ relative Luftfeuchte : 10 (min.) / 80 % (max.) relative Luftfeuchte (bei 20 % eingeschaltet) (bei 60 % ausgeschaltet)
Frühausfallrate	1×10^{-6} oder kleiner je Jahr	50×10^{-6} oder kleiner je Jahr	Bis zu 500×10^{-6} je Jahr Ist abhängig von den Anwendungen.
Zufallsausfallrate	10 FIT oder kleiner	50 FIT oder kleiner	>50 FIT (typisch) Ist abhängig von den Anwendungen.
ANMERKUNG Es handelt sich um Beispiele für Anwendungsbedingungen und -anforderungen; diese müssen nicht alle erfüllt werden, um für jeden Anwendungsfall relevant zu sein.			

5 Ausfall

5.1 Ausfallverteilung

Die Ausfallverteilung von integrierten Schaltungen kann prinzipiell in drei Bereiche gegliedert werden: Frühausfall-Bereich (z. B. t_{ELF} : 1 Jahr), Zufallsausfall-Bereich und abnutzungsbedingter Ausfall-Bereich. In Bild 1 ist die Beziehung zwischen der Feld-Anwendungsdauer und der momentanen Ausfallrate (Badewannenkurve) dargestellt. Die Ausfallverteilungen für jeden der Bereiche sind in 5.2 bis 5.4 beschrieben.

Die meisten Frühausfälle werden während des Fertigungsprozesses bei IC-Herstellern beobachtet. Da allerdings die integrierten Schaltungen nicht einem vollständigen Screening unterzogen werden, können Probleme in einer relativ kurzen Zeitspanne nach dem Betriebsbeginn im Feld auftreten.

Zufallsausfälle werden so betrachtet, als ob sie eine bestimmte Ausfallrate hinsichtlich der Dauer erreichen, wobei allerdings in Wirklichkeit eine Erweiterung des Frühausfallbereiches, wo die Ausfallrate kontinuierlich abnimmt, angenommen wird. Etwaige herbeigeführte Ausfälle, die außerhalb der Kontrollmöglichkeit des Herstellers liegen, wie z. B. ESD, EOS und leichte Fehler sollten nicht in den Berechnungen der Ausfallrate berücksichtigt werden, wenn eine Gesamtausfallsrate vorgesehen ist, welche diese Ausfallarten einschließt.

Ein abnutzungsbedingter Ausfall ist ein Ausfall, welcher während des Lebensdauerendes von IC-Bauelemente wie z. B. Transistoren oder Verdrahtungen, auftreten und somit die Lebensdauer der integrierten Schaltungen selbst angeben. Ein abnutzungsbedingter Ausfall ist ein Ausfall, der von dem Anwendungslastprofil (Zeitfenster können unterschiedlich sein) abhängig ist. Die Anzahl der Ausfälle nimmt mit der Zeit zu und jede IC wird nach Ablauf der zu erwartenden Lebensdauer des Bauelements schließlich einen Ausfall verursachen. Abnutzungsbedingte Ausfälle werden nicht auf die gleiche Weise berücksichtigt, da sie einen vollkommen anderen Mechanismus aufweisen und somit auch eine andere mathematische Beschreibung