

DIN EN IEC 63287-2



ICS 31.080.01

Einsprüche bis 2022-07-06

Entwurf

**Halbleiterbauelemente –
Richtlinien für Zuverlässigkeitsqualifizierungspläne –
Teil 2: Konzept des Einsatzprofils
(IEC 47/2718/CDV:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 63287-2:2021**

Semiconductor devices –
Guidelines for reliability qualification plans –
Part 2: Concept of mission profile
(IEC 47/2718/CDV:2021);
German and English version prEN IEC 63287-2:2021

Dispositifs à semiconducteurs –
Lignes directrices concernant les plans de qualification de la fiabilité –
Partie 2: Concept de profil de mission
(IEC 47/2718/CDV:2021);
Version allemande et anglaise prEN IEC 63287-2:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-05-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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 in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach 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 29 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 63287-2:2021-10 „Halbleiterbauelemente – Richtlinien für Zuverlässigkeitsqualifizierungspläne – Teil 2: Konzept des Einsatzprofils“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 47/2718/CDV:2021-10 „Semiconductor devices – Guidelines for reliability qualification plans – Part 2: Concept of mission profile“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 63287-2:2021-10 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 IEC/TC 47 „Semiconductor devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

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.

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.

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

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.

Halbleiterbauelemente – Richtlinien für Zuverlässigkeitsqualifizierungspläne – Teil 2: Konzept des Einsatzprofils

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe.....	4
4 Einsatzprofil.....	4
4.1 Konzept des Einsatzprofils.....	4
4.2 Beispiel für einen Plan zur Zuverlässigkeitsprüfung unter Berücksichtigung des Einsatzprofils von Peripheriegeräten für Kraftfahrzeugmotoren (1).....	5
4.3 Beispiel für einen Plan zur Zuverlässigkeitsprüfung unter Berücksichtigung des Einsatzprofils von Peripheriegeräten für Kraftfahrzeugmotoren (2).....	7
4.4 Beispiel für einen Plan zur Zuverlässigkeitsprüfung unter Berücksichtigung des Einsatzprofils für Kraftfahrzeugführerhaus-Peripheriegeräten.....	8
5 Berechnungsbeispiele von Einsatzprofilen (Berechnung von Stichprobe und Prüfzeit für Lebensdauerprüfungen).....	10
Literaturhinweise.....	16
 Bilder	
Bild 1 – Beispiel für ein Einsatzprofil in der Automobilindustrie.....	5
 Tabellen	
Tabelle 1 – Berechnungsbeispiel für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Motor-Peripheriegerät).....	5
Tabelle 2 – Faktoren für Beispiele für die Berechnung der Frühausfallrate mittels Familiendaten.....	6
Tabelle 3 – Beispiel für die versuchsweise Berechnung der Anzahl der Prüfmuster/Prüfzeit für die Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Motor-Peripheriegerät).....	6
Tabelle 4 – Beispiel einer versuchsweisen Berechnung für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Motor-Peripheriegerät).....	7
Tabelle 5 – Beispiel einer versuchsweisen Berechnung für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Motor-Peripheriegerät).....	8
Tabelle 6 – Beispiel einer versuchsweisen Berechnung für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Führerhaus-Peripheriegerät).....	9
Tabelle 7 – Beispiel für die versuchsweise Berechnung der Anzahl der Muster/Prüfzeit für die Prüfung der Betriebslebensdauer bei hoher Temperatur unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Führerhaus-Peripheriegerät).....	9
Tabelle 8 – Beispiel für versuchsweise Berechnungen.....	11
Tabelle 9 – Beispiel für versuchsweise Berechnungen.....	13

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 63287 gibt Richtlinien für die Entwicklung von Plänen zur Zuverlässigkeitsqualifizierung unter Verwendung des Konzepts des Einsatzprofils, basierend auf den Umgebungsbedingungen und dem vorgesehenen Einsatz des Produkts. Dieses Dokument ist nicht für militärische und raumfahrtbezogene Anwendungen bestimmt.

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 63287-1:2022, *Semiconductor devices – Guidelines for reliability qualification plans – Part 1: Guidelines for LSI reliability qualification*

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

3.1

Ausfallart

Klassifizierung der Art eines Ausfallphänomens, das zum Produktausfall führt

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

4 Einsatzprofil

4.1 Konzept des Einsatzprofils

Bei der Gestaltung des Plans für die Zuverlässigkeitsprüfung ändert sich der Prüfplan maßgeblich, je nachdem, wie die Umgebungsbedingungen der LSI angenommen werden. Bei elektronischen Geräteeinheiten für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, die in der Nähe des Motors installiert sind, steigt die Betriebstemperatur durch die vom Motor erzeugte Wärme allmählich an, sinkt aber nach dem Abstellen des Motors wieder ab, d. h. die Geräteeinheit ist nicht immer extremen Temperaturbedingungen ausgesetzt. Die Gesamtheit der wechselnden Umgebungstemperaturen und deren Zeitverhältnis wird als „Einsatzprofil“ bezeichnet. Da das Einsatzprofil von mehreren Faktoren abhängt, wie z. B. der Betriebsart der LSI, der Installationsumgebung, der Wärmeentwicklung durch Peripherieteile usw., kann es nicht uneingeschränkt genormt werden. Es ist daher wichtig, das Einsatzprofil zwischen dem LSI-Anbieter und dem Benutzer abzustimmen und präzise Prüfbedingungen festzulegen.

Bild 1 zeigt ein Beispiel für ein Einsatzprofil, bei dem die Umgebungstemperatur und die geschätzten Betriebsstunden bei dieser Temperatur zwischen der Installation um den Motor und um das Führerhaus herum bei einer geschätzten Lebensdauer von 15 Jahren (7 500 Betriebsstunden) variieren. Ein Verfahren für die Gestaltung des Plans zur Zuverlässigkeitsprüfung anhand des Einsatzprofils in **Bild 1** ist in **4.2** dargestellt. Zum Vergleich wird in **4.3** als Beispiel für die Änderung des Inhalts des Prüfplans aufgrund des unterschiedlichen Einsatzprofils ein Gestaltungsverfahren für eine Lebensdauer von 15 Jahren (12 000 Betriebsstunden) als Anwendung für Motorperipheriegeräte angegeben.

Die versuchsweisen Berechnungsverfahren für die Prüfzeit und die Anzahl der Prüfmuster basieren auf JEITA ED-4701/002.

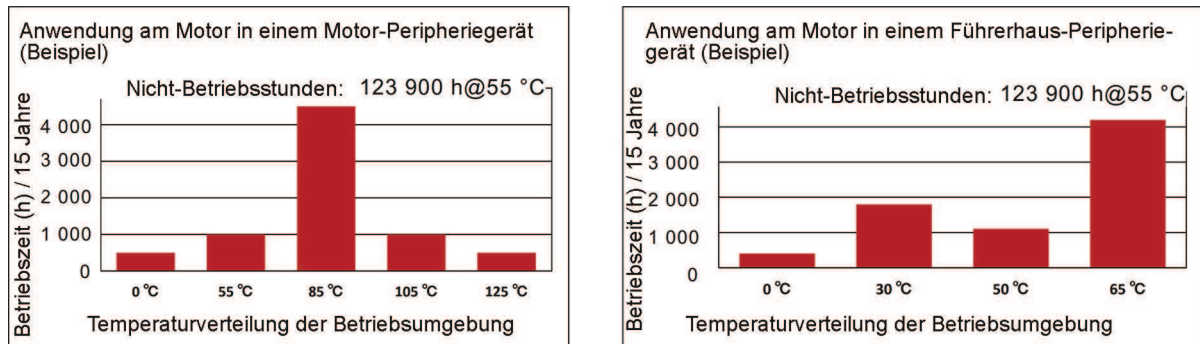


Bild 1 – Beispiel für ein Einsatzprofil in der Automobilindustrie

4.2 Beispiel für einen Plan zur Zuverlässigkeitsprüfung unter Berücksichtigung des Einsatzprofils von Peripheriegeräten für Kraftfahrzeugmotoren (1)

Die untenstehende **Tabelle 1** zeigt die versuchsweise Berechnung des Plans für die Zuverlässigkeitsprüfung (Anzahl der Prüfmuster und Zeit für die Zuverlässigkeitsprüfung) auf der Grundlage des Einsatzprofils der Anwendung am Fahrzeug in der in **Bild 1** dargestellten Motorperipheriegeräte am Beispiel der Betriebslebensdauerprüfung. **Tabelle 1** ist ein Beispiel für allgemeine Automobilanwendungen in Japan unter der Annahme von 500 jährlichen Betriebsstunden.

Bei der Gestaltung eines Prüfplans für die Prüfung der Betriebslebensdauer dürfen nur die Betriebsstunden des Einsatzprofils als Beanspruchungszeit in der Nutzungsumgebung der LSI betrachtet werden. In diesem Beispiel wird der Anstieg der Sperrschichttemperatur (ΔT_j) während des Betriebs als 20 °C angenommen und die Prüfungstemperatur wird auf $T_a = 125$ °C festgelegt. **Tabelle 2** zeigt ein versuchsweises Berechnungsbeispiel für die Umrechnung von Betriebsstunden in eine äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer. Die angenommene Ausfallart ist hier TDDb. Für die versuchsweise Berechnung wird die Temperaturbeschleunigung als $E_a = 0,7$ eV (Gleichung (1)) und die Spannungsbeschleunigung als $\beta = 4$ (Gleichung (2)) angenommen. Wie aus **Tabelle 1** hervorgeht, entspricht eine Prüfung der Betriebslebensdauer von etwa 279 Stunden bei 125 °C einer Beanspruchung, die 15 Jahren der tatsächlichen Nutzung entspricht.

Tabelle 1 – Berechnungsbeispiel für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Motor-Peripheriegerät)

Einsatzprofil			Prüfbedingungen	Umrechnung von Betriebsstunden in äquivalente Zeit unter Beschleunigungsbedingungen	
(Umgebung für die tatsächliche Nutzung)				Nur 125 °C Temperaturbeschleunigung (*2)	125 °C Temperaturbeschleunigung (*2) + 3,96 V Spannungsbeschleunigung (*3)
Ta	Tj (*1)	Betriebsstunden			
0 °C	20 °C	500 h	125 °C 3,96 V (Spannung bei tatsächlicher Nutzung 3,3 V)	0,3 h	0,02 h
55 °C	75 °C	1 000 h		53 h	4 h
85 °C	105 °C	4 500 h		1 530 h	109 h
105 °C	125 °C	1 000 h		1 000 h	71 h
125 °C	145 °C	500 h		1 327 h	95 h
Gesamt		7 500 h		3 910 h	279 h
*1: $T_j = T_a + 20\text{ °C}$ (Annahme)					
*2: $E_a = 0,7\text{ eV}$ (Gleichung (1))					
*3: $\beta = 4$ (Gleichung (2))					

Tabelle 2 – Faktoren für Beispiele für die Berechnung der Frühausfallrate mittels Familiendaten

		Produkt A (vorhandenes Produkt)	Produkt B (neues Produkt)
LSI-Chipgröße		8,0 mm ²	4,0 mm ²
Sichtungsfehlerrate		0,1 %/1 Stunde Burn-in	Geschätzt auf Basis der Chipgröße
Sichtungsbeschleunigungsrate	Spannungsbeschleunigung	36,6 Mal	36,6 Mal
	Temperaturbeschleunigung	26,4 Mal	26,4 Mal
	Gesamtbeschleunigung	966 Mal	966 Mal
Sichtungskonvergenz (Weibull-Verteilung)		m = 0,1	m = 0,1
Geschätzte Frühausfallrate		42,5 ppm/1 Jahr (500 Stunden)	

Arrhenius-Modell

$$\alpha_T = \exp \left\{ \frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\} \quad (1)$$

k: Boltzmannkonstante, T₁: Absolute Temperatur bei tatsächlicher Nutzung;

T₂: Absolute Prüftemperatur

V-Modell

$$\alpha_V = \exp \{ \beta (V_2 - V_1) \} \quad (2)$$

V₁: Spannung bei tatsächlicher Nutzung, V₂: Prüfspannung

Tabelle 3 verwendet den Plan zur Zuverlässigkeitsprüfung von IEC 63287-1. Sie zeigt die berechneten Werte auf der Grundlage der Anzahl der Prüfmuster und der Prüfzeit der Betriebslebensdauer im Falle eines Vertrauensniveaus von 90 % und eines Bestätigungsniveaus von insgesamt weniger als 0,1 % der abnutzungsbedingten Ausfälle in dem oben genannten Einsatzprofil (15 Jahre bei tatsächlicher Nutzung).

ANMERKUNG Die Zuverlässigkeitsprüfungen von IEC 63287-1 werden durch Beschleunigung von Spannung, Temperatur, Feuchte usw. der tatsächlichen Anwendungsumgebung durchgeführt.

Tabelle 3 – Beispiel für die versuchsweise Berechnung der Anzahl der Prüfmuster/ Prüfzeit für die Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Motor-Peripheriegerät)

Prüfungen	Angenommene Ausfallart	Ausfallverteilung	Beschleunigungsparameter	Prüfbedingungen	Umfang der Zuverlässigkeitsprüfung zur Bestätigung der Lebensdauer von 15 Jahren/0,1 % (Vertrauensniveau 90 %)			Verweisung: AEC-Q100
Hochtemperaturbetriebslebensdauerprüfung	TDDB	Weibull-Verteilung m = 3	Ea = 0,7 eV (Gleichung (1)) Spannungsbeschleunigung $\beta = 4$ (Gleichung (2))	125 °C 3,96 V (Spannung bei tatsächlicher Nutzung 3,3 V)	Anzahl der Prüfmuster	45 Stk	231 Stk	231 Stk
			Prüfdauer	1 037 h	601 h	1 000 h		

Wie oben gezeigt, ist die Gestaltung des Prüfplans unter Berücksichtigung des Einsatzprofils im Falle einer Anwendung mit großen Temperaturschwankungen in der tatsächlichen Anwendungsumgebung wirksam. Daher wird die Verwendung eines Einsatzprofils zur Durchführung einer wirksamen Prüfung empfohlen.

4.3 Beispiel für einen Plan zur Zuverlässigkeitsprüfung unter Berücksichtigung des Einsatzprofils von Peripheriegeräten für Kraftfahrzeugmotoren (2)

Tabelle 4 zeigt ein Beispiel für eine Änderung des Inhalts des Prüfplans aufgrund des unterschiedlichen Einsatzprofils. **Tabelle 4** ist ein Beispiel für allgemeine Automobilanwendungen in Nordamerika und Europa unter der Annahme von 800 Stunden (12 000 Stunden/15 Jahre) jährlicher Betriebsstunden, wie sie in **AEC-Q100** vorgesehen sind.

Ähnlich wie bei der Gestaltung des Prüfplans für die Prüfung der Betriebslebensdauer in 4.2 dürfen nur die Betriebsstunden des Einsatzprofils als Beanspruchungszeit in der Nutzungsumgebung der LSI betrachtet werden. Der Anstieg der Sperrschichttemperatur (ΔT_j) während des Betriebs wird als 20 °C angenommen und die Prüfungstemperatur wurde auf $T_a = 125$ °C festgelegt. **Tabelle 4** zeigt ein versuchsweises Berechnungsbeispiel für die Umrechnung von Betriebsstunden in eine äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer. Hier wird als Ausfallart der zeitabhängige dielektrische Durchschlag (TDDb) angenommen. Für die versuchsweise Berechnung wird die Temperaturbeschleunigung als $E_a = 0,7$ eV (Gleichung (1)) und die Spannungsbeschleunigung als $\beta = 4$ (Gleichung (2)) angenommen. Wie aus **Tabelle 4** hervorgeht, entspricht eine Prüfung der Betriebslebensdauer von etwa 528 Stunden bei 125 °C einer Beanspruchung, die 15 Jahren bei tatsächlicher Nutzung entspricht.

Tabelle 4 – Beispiel einer versuchsweisen Berechnung für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobylanwendung in Motor-Peripheriegerät)

Einsatzprofil (Umgebungsbedingungen bei tatsächlicher Nutzung)			Prüfbedingungen	Umrechnung von Betriebsstunden in äquivalente Zeit unter Beschleunigungsbedingungen	
T_a	T_j^a	Betriebsstunden		Nur 125 °C Temperaturbeschleunigung ^b	125 °C Temperaturbeschleunigung ^b + 3,96 V Spannungsbeschleunigung ^c
0 °C	20 °C	500 h	125 °C 3,96 V (Spannung bei tatsächlicher Nutzung 3,3 V)	0,3 h	0,02 h
55 °C	75 °C	500 h		27 h	2 h
85 °C	105 °C	8 000 h		2 719 h	194 h
105 °C	125 °C	2 000 h		2 000 h	143 h
125 °C	145 °C	1 000 h		2 654 h	189 h
Gesamt		12 000 h		7 400 h	528 h
^a $T_j = T_a + 20$ °C (Annahme) ^b $E_a = 0,7$ eV (Gleichung ^a) ^c $\beta = 4$ (Gleichung ^b)					

Tabelle 5 zeigt die berechneten Werte auf der Grundlage des Plans für die Zuverlässigkeitsprüfung nach IEC 63287-1. Sie zeigt die berechneten Werte auf der Grundlage der Anzahl der Muster und der Prüfzeit der Betriebslebensdauer im Falle eines Vertrauensniveaus von 90 % und eines Bestätigungsniveaus von insgesamt 0,1 % oder weniger der abnutzungsbedingten Ausfälle in dem oben genannten Einsatzprofil (15 Jahre bei tatsächlicher Nutzung).

ANMERKUNG Die Zuverlässigkeitsprüfungen von IEC 63287-1 werden durch Beschleunigung von Spannung, Temperatur, Feuchte usw. der tatsächlichen Anwendungsumgebung durchgeführt.

Tabelle 5 – Beispiel einer versuchsweisen Berechnung für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Motor-Peripheriegerät)

Prüfungen	Angenommene Ausfallart	Ausfallverteilung	Beschleunigungsparameter	Prüfbedingungen	Zuverlässigkeitsqualifikationspläne zur Bestätigung der Lebensdauer von 15 Jahren / 0,1 % (Vertrauensniveau 90 %)			Verweisung: AEC-Q100
					Anzahl der Prüfmuster	45 Stk	231 Stk	
Hochtemperaturbetriebslebensdauerprüfung	TDDB	Weibull-Verteilung $m = 3$	$E_a = 0,7 \text{ eV}$ (Gleichung (1))	125 °C				
			Spannungsbeschleunigung $\beta = 4$ (Gleichung (2))	3,96 V (Spannung bei tatsächlicher Nutzung 3,3 V)	Prüfdauer	1 961 h	1 137 h	1 000 h

Wie oben beschrieben, verändert der Unterschied im Einsatzprofil den Plan für die Zuverlässigkeitsprüfung (Anzahl der Muster und Zeit für die Zuverlässigkeitsprüfung), selbst wenn sie unter denselben Prüfbedingungen stattfindet. Das Konzept des Einsatzprofils ermöglicht die Entwicklung eines geeigneten Prüfplans für einzelne Anwendungen.

4.4 Beispiel für einen Plan zur Zuverlässigkeitsprüfung unter Berücksichtigung des Einsatzprofils für Kraftfahrzeugführerhaus-Peripheriegeräten

Das nachstehende Einsatzprofil zeigt die Vorgehensweise bei der Erstellung eines Plans für die Zuverlässigkeitsprüfung (Anzahl der Muster und Zeit für die Prüfung) für die Anwendung in Kraftfahrzeugführerhaus-Peripheriegeräten von **Bild 1**.

Bei der Gestaltung eines Prüfplans für die Prüfung der Betriebslebensdauer dürfen nur die Betriebsstunden des Einsatzprofils als Beanspruchungszeit in der Nutzungsumgebung der LSI betrachtet werden. In diesem Beispiel wird in **Tabelle 6** ein Berechnungsbeispiel für die Umrechnung von Betriebsstunden in eine äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer für den Fall gezeigt, dass der Anstieg der Sperrschichttemperatur (ΔT_j) während des Betriebs als 20 °C angenommen wird und die Prüfungstemperatur auf $T_a = 125 \text{ °C}$ festgelegt wird. Die angenommene Ausfallart ist hier TDDB. Für die versuchsweise Berechnung wird die Temperaturbeschleunigung als $E_a = 0,7 \text{ eV}$ (Gleichung (1)) und die Spannungsbeschleunigung als $\beta = 4$ (Gleichung (2)) angenommen. Wie aus **Tabelle 6** hervorgeht, entspricht eine Prüfung der Betriebslebensdauer von etwa 130 Stunden bei 125 °C einer Beanspruchung, die 15 Jahren bei tatsächlicher Nutzung entspricht.

Tabelle 6 – Beispiel einer versuchsweisen Berechnung für die äquivalente Zeit bei der Prüfung der Betriebslebensdauer unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Führerhaus-Peripheriegerät)

Einsatzprofil			Prüfbedingungen	Umrechnung von Betriebsstunden in äquivalente Zeit unter Beschleunigungsbedingungen	
Ta	Tj ^a	Betriebsstunden		Nur 125 °C Temperaturbeschleunigung ^b	125 °C Temperaturbeschleunigung ^b + 3,63 V Spannungsbeschleunigung ^c
0 °C	20 °C	400 h	125 °C 3,63 V (Spannung bei tatsächlicher Nutzung 3,3 V)	0,3 h	0,1 h
30 °C	50 °C	1 800 h		15,8 h	4,2 h
50 °C	75 °C	1 100 h		41,8 h	11,2 h
65 °C	85 °C	4 200 h		430,1 h	114,9 h
Gesamt		7 500 h		488 h	130,4 h
^a Tj = Ta + 20 °C (Annahme)					
^b Ea = 0,7 eV (Gleichung ^a)					
^c β = 4 (Gleichung ^b)					

Tabelle 7 zeigt die berechneten Werte auf der Grundlage des Plans für die Zuverlässigkeitsprüfung nach IEC 63287-1. Sie enthält die berechneten Werte auf der Grundlage der Anzahl der Prüfmuster und der Prüfzeit der Betriebslebensdauer im Falle eines Vertrauensniveaus von 90 % und eines Bestätigungsniveaus von insgesamt 0,1 % oder weniger der abnutzungsbedingten Ausfälle in dem oben genannten Einsatzprofil (15 Jahre bei tatsächlicher Nutzung).

ANMERKUNG Die Zuverlässigkeitsprüfungen von IEC 63287-1 werden durch Beschleunigung von Spannung, Temperatur, Feuchte usw. der tatsächlichen Anwendungsumgebung durchgeführt.

Tabelle 7 – Beispiel für die versuchsweise Berechnung der Anzahl der Muster/ Prüfzeit für die Prüfung der Betriebslebensdauer bei hoher Temperatur unter Berücksichtigung des Einsatzprofils (Automobilanwendung in Führerhaus-Peripheriegerät)

Prüfungen	Angenommene Ausfallart	Ausfallverteilung	Beschleunigungsparameter	Prüfbedingungen	Umfang der Zuverlässigkeitsprüfung zur Bestätigung der Lebensdauer von 15 Jahren/0,1 % (Vertrauensniveau 90 %)			Verweisung: AEC-Q100
Hochtemperaturbetriebslebensdauerprüfung	TDDB	Weibull-Verteilung m = 3	Ea = 0,7 eV (Gleichung (1))	125 °C 3,63 V (Spannung bei tatsächlicher Nutzung 3,3 V)	Anzahl der Prüfmuster	45 Stk	231 Stk	231 Stk
			Spannungsbeschleunigung β = 4 (Gleichung (2))		Prüfdauer	484 h	281 h	1 000 h

Wie oben gezeigt, ist die Berücksichtigung des Einsatzprofils im Falle einer Anwendung mit großen Temperaturschwankungen in der tatsächlichen Anwendungsumgebung wirksam. Daher wird die Verwendung eines Einsatzprofils zur Durchführung einer wirksamen Prüfung empfohlen. Ein Beispiel für ein Einsatzprofil im Vergleich zum Beispiel von **AEC-Q100** ist in Abschnitt 5 dargestellt.