

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	14
5 Beschreibung der quantitativen zeitraffenden Lebensdauerprüfungen	15
5.1 Einleitung	15
5.2 Die Lebensdauerverteilung	15
5.3 Das Lebensdauer-Beanspruchungsmodell	15
6 Die Weibull-Verteilung	16
6.1 Einleitung	16
6.2 Grafische Darstellung	16
6.3 Berechnung der Parameter der Verteilung	19
7 Das Lebensdauer-Beanspruchungsmodell	26
7.1 Allgemeines	26
7.2 Lineare Gleichung des Raffungsfaktors	27
7.3 Berechnung der Parameter n und E_a	28
8 Das quantitative zeitraffende Lebensdauerprüfverfahren	28
8.1 Auswahl der Stichproben	28
8.2 Schritte für die Schätzung der Lebensdauer kennwerte eines Produktes	29
8.3 Verfahren für das Beenden der Prüfung mit maximalem Beanspruchungsgrad	30
8.4 Verfahren für die Erfassung der Daten bis zum Ausfall und zur Reparatur von Zählern	30
9 Festlegung der bestimmungsgemäßen Gebrauchsbedingungen	31
9.1 Einleitung	31
9.2 Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen	31
9.3 Temperaturkorrektur aufgrund von Spannungs- und Stromschwankungen	33
9.4 Weitere Bedingungen	35
10 Einteilung und Grundursachen von Ausfällen	36
11 Angabe der Ergebnisse	36
11.1 Erforderliche Angaben	36
11.2 Beispiel	36
12 Sonderfälle	36
12.1 Vereinfachungsfälle	36
12.2 Fälle, in denen zusätzliche Angaben notwendig sind	37
Anhang A (informativ) Grundlegender statistischer Hintergrund	38

	Seite
A.1 Die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (WDF)	38
A.2 Die Zuverlässigkeits- und Unzuverlässigkeitsfunktion	38
A.3 Die Ausfallratenfunktion	39
A.4 Die Funktion der mittleren Ausfalldauer	39
Anhang B (informativ) Die Kennwerte der Weibull-Verteilung	40
B.1 Die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (WDF)	40
B.2 Statistische Eigenschaften der Weibull-Verteilung	40
B.3 Auswirkungen der β - und η -Parameter	40
Anhang C (informativ) Lebensdauer-Beanspruchungsmodelle (siehe auch IEC 62308)	43
C.1 Das Arrhenius-Temperatur-Zeittraffungsmodell.....	43
C.2 Das Eyring-Modell	43
Anhang D (normativ) Tabellen der Rangzahlen	45
Anhang E (normativ) Werte der Gamma-Funktion $\Gamma(n)$	48
Anhang F (normativ) Berechnung der Mindestprüfdauer der Prüfung mit maximalem Beanspruchungsgrad	49
F.1 Grundlagen.....	49
F.2 Gleichung für die Mindestprüfdauer	52
Anhang G (informativ) Beispiel.....	55
G.1 Allgemeines.....	55
G.2 Genaue Bezeichnung des Zählertyps und Auswahl der Stichproben.....	55
G.4 Prüfverfahren.....	55
G.5 Festlegung der Beanspruchungen	56
G.5.1 Angewendete Beanspruchungen	56
G.5.2 Mindestdauer der Prüfung bei 85 °C und einer relativen Luftfeuchte = 95 %.....	56
G.6 Ausfälle bei jedem Beanspruchungsgrad	56
G.7 Grafische Darstellung von Verteilungen bei jedem Beanspruchungsgrad und für jede unabhängige Hauptausfallart	67
G.7.1 Ausfälle der Anzeige	67
G.7.2 Q2-Ausfälle.....	68
G.7.3 U1-Ausfälle.....	69
G.8 Schätzung von Parametern der Raffungsfaktoren.....	70
G.8.1 Ausfälle der Anzeige	70
G.8.2 Q2-Ausfälle.....	70
G.8.3 U1-Ausfälle.....	70
G.9 Erwartete bestimmungsgemäße Gebrauchsbedingungen	71
G.10 Temperaturkorrektur für jede unabhängige Hauptausfallart	72
G.10.1 Festlegung des bestimmungsgemäßen Gebrauchsprofils von Spannung und Strom	72
G.10.2 Messung der Innentemperatur bei jedem Strom und bei jeder Spannung	73
G.10.3 Temperaturkorrektur für Ausfälle von Anzeigen	73
G.10.4 Temperaturkorrektur für Q2-Ausfälle	75

	Seite
G.10.5 Temperaturkorrektur für U1-Ausfälle	77
G.11 Extrapolierte Weibull-Verteilung bei bestimmungsgemäßen Gebrauchsbedingungen	78
G.11.1 Numerische Ergebnisse	78
G.11.2 Grafische Darstellung der am besten passenden Weibull-Verteilungen	82
G.12 Grafische Darstellung der kumulativen Verteilung und der Vertrauensniveaus bei bestimmungsgemäßen Gebrauchsbedingungen	83
G.12.1 Numerische Ergebnisse	83
G.12.2 Endgültige kumulative Verteilung mit Vertrauensintervallen	87
G.13 Ergebnis der Lebensdauerkenwerte des Produktes	88
Literaturhinweise	90
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	93
Bild 1 – Darstellungsbeispiel für die Weibull-Unzuverlässigkeit mit $\gamma = 3\,000$, $\beta = 1,1$ und $\eta = 10\,000$	19
Bild 2 – Beispiel der grafischen Darstellung von $F(t)$ für den Fall einer Weibull-Verteilung	26
Bild 3 – Beispiel der regionalen klimatischen Bedingungen	31
Bild 4 – Berechnung des Jahresdurchschnitts der Gebrauchsbedingungen	32
Bild A.1 – Die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion	38
Bild A.2 – Die Zuverlässigkeits- und Unzuverlässigkeitsfunktionen	39
Bild B.1 – Auswirkungen des β -Parameters auf die Weibull-Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $f(t)$	41
Bild B.2 – Auswirkung des η -Parameters auf die Weibull-Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $f(t)$	42
Bild B.3 – Auswirkung von β auf die Weibull-Zuverlässigkeitsfunktion $R(t)$	42
Bild F.1 – Unzuverlässigkeit bei bestimmungsgemäßen Gebrauchsbedingungen	50
Bild F.2 – Unzuverlässigkeit bei maximalem Beanspruchungsgrad	51
Bild G.1 – Grafische Darstellung von Ausfällen der Anzeige bei jedem Beanspruchungsgrad	67
Bild G.2 – Grafische Darstellung von Q2-Ausfällen bei jedem Beanspruchungsgrad	68
Bild G.3 – Grafische Darstellung von U1-Ausfällen bei jedem Beanspruchungsgrad	69
Bild G.4 – Beispiel der Klimadaten	71
Bild G.5 – Grafische Darstellung aller Ausfälle bei bestimmungsgemäßen Gebrauchsbedingungen	82
Bild G.6 – Endgültige kumulative Verteilung mit Vertrauensintervallen	87
Bild G.7 – Darstellung der Zuverlässigkeitsfunktion, extrapoliert auf bestimmungsgemäße Gebrauchsbedingungen	88
Bild G.8 – Darstellung der Zuverlässigkeitsfunktion, extrapoliert auf bestimmungsgemäße Gebrauchsbedingungen (erster Abschnitt vergrößert)	89
Tabelle 1 – Herstellung der Ordinate (Y)	17
Tabelle 2 – Herstellung der Abszisse ($t - \gamma$)	17
Tabelle 3 – In eine Tabellenkalkulation einzutragendes Format der Gleichungen	18
Tabelle 4 – Beispiel mit $\gamma = 3\,000$, $\beta = 1,1$ und $\eta = 10\,000$	18

	Seite
Tabelle 5 – Beispiel für den Prozess der Rangzahl der Dauern bis zum Ausfall.....	20
Tabelle 6 – Schätzwerte der Unzuverlässigkeit nach dem Medianrang	21
Tabelle 7 – Beispiel für die Schätzung der Unzuverlässigkeit für eine Weibull-Verteilung	24
Tabelle 8 – Beispiel der Berechnung der 90-%-Vertrauensgrenzen für eine Weibull-Verteilung	25
Tabelle 9 – Werte der linearen Gleichung.....	28
Tabelle 10 – Beispiel für das Verfahren der Temperaturkorrektur.....	35
Tabelle G.1 – Erfasste Ausfälle bei 85 °C und einer relativen Luftfeuchte von 95 %	57
Tabelle G.2 – Erfasste Ausfälle bei 85 °C und einer relativen Luftfeuchte von 85 %	59
Tabelle G.3 – Erfasste Ausfälle bei 85 °C und einer relativen Luftfeuchte von 75 %	61
Tabelle G.4 – Erfasste Ausfälle bei 75 °C und einer relativen Luftfeuchte von 95 %	63
Tabelle G.5 – Erfasste Ausfälle bei 65 °C und einer relativen Luftfeuchte von 95 %	65
Tabelle G.6 – Am besten passende Weibull-Verteilungen für Ausfälle der Anzeige	67
Tabelle G.7 – Am besten passende Weibull-Verteilungen für Q2-Ausfälle	68
Tabelle G.8 – Am besten passende Weibull-Verteilungen für U1-Ausfälle.....	69
Tabelle G.9 – Werte der linearen Gleichung für Ausfälle der Anzeige	70
Tabelle G.10 – Werte der linearen Gleichung für Q2-Ausfälle.....	70
Tabelle G.11 – Werte der linearen Gleichung für andere Ausfälle	70
Tabelle G.12 – Bestimmungsgemäßes Verbrauchsprofil von Strom und Spannung	72
Tabelle G.13 – Messung der Innentemperatur.....	73
Tabelle G.14 – Arrhenius-Raffungsfaktoren, verglichen mit der Temperatur, die bei U_n und $0,1 I_{max}$ gemessen wurde, für Ausfälle von Anzeigen	74
Tabelle G.15 – Arrhenius-Raffungsfaktoren, verglichen mit der Temperatur, die bei U_n und $0,1 I_{max}$ gemessen wurde, für Q2-Ausfälle.....	76
Tabelle G.16 – Arrhenius-Raffungsfaktoren, verglichen mit der Temperatur, die bei U_n und $0,1 I_{max}$ gemessen wurde, für U1-Ausfälle	77
Tabelle G.17 – Ausfälle der Anzeige, extrapoliert auf bestimmungsgemäße Verbrauchsbedingungen	79
Tabelle G.18 – Q2-Ausfälle, extrapoliert auf bestimmungsgemäße Verbrauchsbedingungen.....	80
Tabelle G.19 – U1-Ausfälle, extrapoliert auf bestimmungsgemäße Verbrauchsbedingungen.....	81
Tabelle G.20 – Am besten passende Weibull-Verteilungen bei bestimmungsgemäßen Verbrauchsbedingungen.....	82
Tabelle G.21 – Ausfälle der Anzeige – Berechnung der 90-%-Vertrauensgrenzen.....	84
Tabelle G.22 – Q2-Ausfälle – Berechnung der 90-%-Vertrauensgrenzen.....	85
Tabelle G.23 – U1-Ausfälle – Berechnung der 90-%-Vertrauensgrenzen	86