

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Einführung: Technische Zuverlässigkeit	1
1.1 Qualität	1
1.2 Zuverlässigkeit	1
1.3 Anforderungen an Zuverlässigkeitsingenieure	6
1.4 Literatur	8
2 Begriffe, Definitionen und statistische Grundlagen	11
2.1 Technische Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit	11
2.2 Ausfall	12
2.3 Überlebens- und Ausfallwahrscheinlichkeit	14
2.4 Ausfallquote und Ausfallrate	15
2.5 Zuverlässigkeitsmanagement	18
2.6 Zuverlässigkeitsprüfungen	19
2.7 Statistische Grundlagen	19
2.7.1 Mengenalgebra	19
2.7.1.1 Definitionen	19
2.7.1.2 Mengenoperationen	20
2.7.1.3 Relationen zwischen Mengen	21
2.7.1.4 Rechengesetze der Mengenalgebra	22
2.7.2 Wahrscheinlichkeit und Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	24
2.7.3 Häufigkeiten, Histogramm und Dichtefunktion	30
2.7.4 Summenhäufigkeit und Verteilungsfunktion	34
2.7.5 Mathematische Beschreibung von Zufallsgrößen	36
2.8 Literatur	42

3	Lebensdauerverteilungen	45
3.1	Exponentialverteilung	46
3.1.1	Theoretische Grundlagen	47
3.1.2	Analytische Bestimmung der charakteristischen Lebensdauer mittels Prüfplänen	49
3.1.3	Exponentialverteilung – Trainingsmodul	53
3.2	Weibull-Verteilung	61
3.2.1	Theoretische Grundlagen	61
3.2.2	Grafische Bestimmung der Weibull-Parameter durch das Lebensdauernetz	66
3.2.3	Analytische Bestimmung der Weibull-Parameter	69
3.2.3.1	Regressionsanalyse	69
3.2.3.2	Maximum-Likelihood-Verfahren	70
3.2.3.3	Methode nach Gumbel	71
3.2.3.4	WeiBayes (Nutzen von Vorkenntnissen)	71
3.2.4	Weibull-Verteilung – Trainingsmodul	72
3.3	Normalverteilung	85
3.3.1	Theoretische Grundlagen	85
3.3.2	Normalverteilung – Trainingsmodul	88
3.4	Logarithmische Normalverteilung	104
3.4.1	Theoretische Grundlagen	104
3.4.2	Logarithmische Normalverteilung – Trainingsaufgaben	107
3.5	Zusammenfassung Lebensdauerverteilungen	110
3.6	Badewannenkurve	112
3.7	Literatur	114
4	Zuverlässigkeit von Systemen	115
4.1	Ausfall- und Versagensursachen technischer Erzeugnisse	115
4.2	Methoden zur Berechnung der Zuverlässigkeit von Systemen	117
4.3	Qualitative Zuverlässigkeitsanalyse von Systemen (Ausfallartenanalyse)	118
4.3.1	Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse – FMEA	118
4.3.1.1	Ziele, Voraussetzungen und Arten der FMEA	118
4.3.1.2	Durchführung der FMEA	122
4.3.1.3	Risikobewertung mithilfe der Risikoprioritätszahl	126
4.3.1.4	Ausschnitt aus der FMEA einer Kühlmittelpumpe	129
4.3.2	Fehlerbaumanalyse – FTA	133
4.3.3	Ereignisablaufanalyse – ETA	139
4.4	Quantitative Zuverlässigkeitsanalyse von Systemen (Ausfallratenanalyse)	142
4.4.1	Zuverlässigkeitsschaltbilder	142
4.4.1.1	Theoretische Grundlagen	142

4.4.1.2	Trainingsmodul Zuverlässigkeitsschaltbilder	152
4.4.2	Fehlerbaumanalyse	169
4.4.3	Markov-Verfahren	170
4.4.4	Parts Count Method (Bauteilzählmethode)	177
4.4.5	Parts Stress Method (Bauteilbelastungsmethode)	182
4.5	Literatur	190
5	Stichprobenprüfungen	193
5.1	Grundlagen der Stichprobenprüfungen	193
5.1.1	Begriffe und Arten der Stichprobenprüfung	193
5.1.2	Begriffe und Aufgaben der Annahmestichprobenprüfung	194
5.1.3	Arten von Annahmestichprobensystemen	196
5.1.4	Grundlagen für die Anwendung von Annahmestichprobensystemen	198
5.1.4.1	Annahmestichprobenprüfung anhand qualitativer Merkmale	199
5.1.4.2	Annahmestichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale	201
5.1.5	Operationscharakteristik und Durchschlupfkennlinie	202
5.1.5.1	Operationscharakteristik und deren Eigenschaften	202
5.1.5.2	Durchschlupfkennlinien	203
5.2	Stichprobenprüfung anhand qualitativer Merkmale	204
5.2.1	Ablauf einer Einfachstichprobenprüfung anhand qualitativer Merkmale	206
5.2.2	Operationscharakteristik für Stichprobenanweisungen anhand qualitativer Merkmale	209
5.2.3	Stichprobenprüfung bei Exponentialverteilung	212
5.2.4	Stichprobenprüfung bei Weibull-Verteilung	217
5.3	Literatur	222
6	Lebensdauerhochrechnungen	223
6.1	Raffungstest – beschleunigtes Testen	223
6.2	Highly Accelerated Life Test – HALT	226
6.2.1	Kenngößen	227
6.2.2	Durchführung	227
6.2.3	Vor- und Nachteile von HALT	236
6.3	Highly Accelerated Stress Screens – HASS	237
6.4	Literatur	239

7 Praxisanwendungen – Zuverlässigkeit automatisierter Montage- und Prüfsysteme 241

7.1 Technische Verfügbarkeit 241

7.2 Qualitätsleistung von Produktionssystemen 245

7.3 Automatisierte Methoden der Fehlererkennung 248

 7.3.1 Redundanzkonzepte 248

 7.3.2 Selbsttests zur Fehlererkennung 249

 7.3.3 Plausibilitätstests 250

7.4 Absicherungsalgorithmus zur Steigerung der Qualitätsleistung 255

7.5 Literatur 258

8 Anhang 261

8.1 Begriffe der Zuverlässigkeit 261

8.2 Wahrscheinlichkeitssummen geordneter Stichproben 264

8.3 Tabelle der standardisierten Normalverteilung 265

8.4 Quantile der Standardnormalverteilung 269

8.5 Quantile der χ^2 -Verteilung 270

8.6 Quantile der t-Verteilung 272

8.7 Auszug aus der Tabelle der Binomialverteilung für $n = 200$ 274

8.8 Auszug aus der Tabelle der Poisson-Verteilung 275

8.9 Kennbuchstaben für den Losumfang nach DIN ISO 3951 276

8.10 Kennbuchstabe für den Losumfang nach DIN ISO 2859 277

8.11 Einfach-Stichprobenpläne für die normale Prüfung nach DIN ISO 2859 278

8.12 Einfach-Stichprobenpläne für die verschärfte Prüfung nach DIN ISO 2859 279

8.13 Einfach-Stichprobenpläne für die reduzierte Prüfung nach DIN ISO 2859 .. 280

8.14 Larson-Nomogramm 281

8.15 Thorndike-Nomogramm 282

8.16 Lebensdauernetz 283

8.17 Lambda-Netz 284

8.18 Wahrscheinlichkeitsnetz 285

8.19 Lognormalverteilungsnetz 286

8.20 Ermittlung des arithmetischen Mittelwertes $a = 1/b!$ für $0,3 < b < 8,0$ 287

8.21 Literatur 287

Literatur 289

Index 295