

Symbolverzeichnis. . . . .	XII
0 Gesamtübersicht. . . . .	1
<u>1 Einführung</u> . . . . .	3
1.0 Übersicht. . . . .	3
1.1 Bedeutung der Zuverlässigkeitstechnik. . . . .	3
1.2 Aufgaben und Ziele der Zuverlässigkeitstechnik . . . . .	5
1.3 Grundbegriffe und Festlegungen in der Zuverlässigkeitstechnik. . . . .	9
1.4 Konzept der Systemzuverlässigkeitsanalyse. . . . .	15
1.5 Übersicht über die wichtigsten mathematischen Verfahren zur Zuverlässigkeitsberechnung . . . . .	22
1.6 Zusammenfassung. . . . .	25
<u>2 Grundlagen</u> . . . . .	26
2.0 Übersicht. . . . .	26
2.1 Wahrscheinlichkeitsrechnung. . . . .	26
2.1.1 Zufällige Ereignisse . . . . .	27
2.1.2 Logische Verknüpfungen zufälliger Ereignisse . . . . .	33
2.1.3 Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung. . . . .	40
2.1.4 Verteilungs- und Dichtefunktionen. . . . .	48
2.1.5 Exponentialverteilung. . . . .	52
2.2 Stochastische Prozesse . . . . .	55
2.2.1 Basiskenngrößen. . . . .	56
2.2.2 Zweistufiger stochastischer Prozeß . . . . .	58
2.2.3 Verknüpfung stochastischer Prozesse. . . . .	61
2.3 Statistische Ermittlung von Kenngrößen . . . . .	66

2.4	Zusammenstellung wichtiger Formeln . . . . .	69
2.5	Zusammenfassung. . . . .	70
<b>3</b>	<b><u>Zustandsraum-Verfahren</u></b> . . . . .	<b>72</b>
3.0	Übersicht. . . . .	72
3.1	Kombinations-Verfahren . . . . .	72
3.2	Verfahren der Markoffschen Prozesse. . . . .	78
3.2.1	Theoretische Grundlagen. . . . .	79
3.2.2	Zustands-Übergangsdigramme. . . . .	89
3.2.3	Exakte Berechnung Markoffscher Prozesse. . . . .	91
3.2.4	Angenäherte Berechnung Markoffscher Prozesse (Verfahren der wahrscheinlichen Übergänge) . . . . .	94
3.2.5	Zusammenfassung von Zuständen eines Markoffschen Modells . . . . .	97
3.3	Zusammenstellung wichtiger Formeln . . . . .	102
3.4	Zusammenfassung. . . . .	109
<b>4</b>	<b><u>Anwendungen I.</u></b> . . . . .	<b>110</b>
Beispiel 4-1	Nicht reparierbare Komponente. . . . .	112
Beispiel 4-2	Reparierbare Komponente. . . . .	116
Beispiel 4-3	Komponente mit regelmäßiger Überprüfung (Inspektion) . . . . .	122
Beispiel 4-4	Komponente mit intermittierender Betriebsanforderung. . . . .	135
Beispiel 4-5	System mit zwei stochastisch- unabhängigen Komponenten . . . . .	143
Beispiel 4-6	System mit drei stochastisch- unabhängigen Komponenten . . . . .	152
Beispiel 4-7	System mit stochastischer Abhängigkeit zwischen in Reihe geschalteten Komponenten . . . . .	157
Beispiel 4-8	System mit common-mode Ausfällen . . . . .	163
Beispiel 4-9	System mit begrenzter Instandsetzungskapazität . . . . .	168
Beispiel 4-10	System mit spontanen und aufschiebbaren Komponentenausfällen . . . . .	173
Beispiel 4-11	System mit Instandsetzung und Wartung der Komponenten. . . . .	179
<b>5</b>	<b><u>Netzwerk-Verfahren</u></b> . . . . .	<b>188</b>
5.0	Übersicht. . . . .	188
5.1	Voraussetzungen zur Anwendung der Netzwerk-Verfahren . . . . .	190

5.1.1	Zweistufige Modelle. . . . .	190
5.1.2	Definition der beiden Systemzustände Systembetrieb/Systemausfall. . . . .	190
5.1.3	Monotoniebedingungen . . . . .	191
5.2	Zustands-Blockschaltbilder . . . . .	196
5.3	Verfahren für logische Serienstrukturen. . . . .	199
5.4	Verfahren für logische Parallelstrukturen. . . . .	200
5.5	Verfahren der Minimalschnitte. . . . .	202
5.5.1	Ermittlung der Minimalschnitte und des Systembetriebes/Systemausfalls . . . . .	203
5.5.2	Berechnung des Systembetriebes/Systemausfalls. . .	208
5.5.3	Berechnung der Minimalschnitte . . . . .	211
5.5.4	Näherungsformeln zur Berechnung von Systemen mit stochastisch-unabhängigen Komponenten. . . . .	214
5.5.5	Näherungsformeln zur Berechnung von Systemen mit stochastisch-abhängigen Komponenten (Verfahren der Markoffschen Minimalschnitte) . . .	222
5.6	Verfahren der Minimalwege. . . . .	227
5.6.1	Ermittlung der Minimalwege und des Systembetriebes/Systemausfalls . . . . .	228
5.6.2	Berechnung des Systembetriebes/Systemausfalls. . .	231
5.6.3	Berechnung der Minimalwege . . . . .	234
5.7	Zusammenstellung wichtiger Formeln . . . . .	235
5.8	Zusammenfassung. . . . .	242
<u>6</u>	<u>Anwendungen II</u> . . . . .	244
Beispiel 6-1	System mit drei stochastisch- unabhängigen Komponenten. . . . .	246
Beispiel 6-2	Prozeßrechner . . . . .	254
Beispiel 6-3	Berücksichtigung von Einzel- und Busausfall in Automatisierungssystemen. . . . .	262
Beispiel 6-4	Dezentrales Prozeßautomatisierungssystem. . . . .	270
Beispiel 6-5	Ein- und Zweirechnersystem. . . . .	278
Beispiel 6-6	Elektrisches Energieübertragungssystem. . . . .	296
Beispiel 6-7	Elektrische Schaltanlagen . . . . .	313
<u>7</u>	<u>Zusammenfassung.</u> . . . . .	346
<u>8</u>	<u>Anhang</u> . . . . .	352
	Literaturverzeichnis . . . . .	388
	Sachverzeichnis. . . . .	394