

Inhaltsverzeichnis

0	Einführung und Überblick	1
1	Modellerstellung	7
1.1	Konfigurationsbeschreibung	7
1.2	Lastbeschreibung	8
1.3	Modellbeschreibung	9
1.4	Modellierbarkeit realer Rechensysteme mit Warteschlangennetzen . .	10
1.5	Offene und geschlossene Modelle	13
1.6	Zusammenfassung	14
2	Warteschlangenmodelle von Rechensystemen	17
2.1	Wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen	17
2.1.1	Zufallsvariablen	17
2.1.2	Transformationen	26
2.2	Elementare Wartesysteme	28
2.2.1	Beschreibung	28
2.2.2	Wichtige Verteilungsfunktionen	29
2.2.3	Kurzschreibweise	38
2.2.4	Leistungsgrößen	40
2.2.5	Wichtige Formeln	42
2.3	Warteschlangennetze	45
2.3.1	Offene, geschlossene und gemischte Warteschlangennetze . . .	45
2.3.2	Formale Beschreibung von Warteschlangennetzen	46
2.3.3	Leistungsgrößen von Warteschlangennetzen	49
3	Markov-Prozesse	53
3.1	Stochastische Prozesse	53
3.2	Markov-Ketten	54
3.3	Globale Gleichgewichtsgleichungen	60
4	Numerische Analyseverfahren	65
4.1	Iterative numerische Methode	65
4.2	Direkte numerische Methode	68
4.3	Rekursive numerische Methode	68

5	Exakte Analyse von Produktformnetzen	70
5.1	Lokales Gleichgewicht	70
5.2	Produktformlösungen	74
5.2.1	Jackson-Theorem für offene Netze	75
5.2.2	Gordon/Newell-Theorem für geschlossene Netze	78
5.2.3	BCMP-Theorem	81
5.3	Effiziente Analysealgorithmen	91
5.3.1	Faltungsalgorithmus (Convolution)	92
5.3.2	Mittelwertanalyse	105
5.3.3	RECAL	128
5.3.4	Parametrische Analyse und Erweiterte Parametrische Analyse	135
6	Approximative Analyse von Produktformnetzen	144
6.1	Approximationen der Mittelwertanalyse	144
6.1.1	Bard-Schweitzer-Algorithmus	145
6.1.2	SCAT-Algorithmus	149
6.2	Summationsmethode	159
6.3	Grenzwertanalyse	163
6.3.1	Asymptotische Analyse	164
6.3.2	Balanced-Job-Bound Analyse	167
7	Approximative Analyse von Nichtproduktformnetzen	171
7.1	Dekompositionsverfahren	172
7.1.1	Methode von Courtois	172
7.1.2	Methode von Marie	183
7.1.3	Methode von Kühn	190
7.1.4	Maximum-Entropie-Methode	198
7.1.5	Response-Time-Preservation	206
7.1.6	Erweiterte Summationsmethode	210
7.2	Erweiterung der Mittelwertanalyse	211
7.3	Produktformapproximationen	213
7.3.1	Diffusionsapproximation	213
7.3.2	Erweiterte-Produktform-Methode	219
8	Spezielle Probleme	225
8.1	Prioritätsnetze	225
8.2	Simultane Betriebsmittelbelegung	230
8.2.1	Modelle mit Speicherbeschränkungen	231
8.2.2	E/A-Untersystemmodelle	232

8.2.3 Methode der Stellvertreter	233
8.3 Serialisierungsverzögerungen	240
8.4 Fork-Join-Systeme	246
8.4.1 Modellierung	246
8.4.2 Analyse	248
8.5 Blockiernetze	254
8.5.1 Blockierungsarten	255
8.5.2 Produktformlösung für geschlossene Blockiernetze mit zwei Knoten	256
8.6 Kommunikation in lokalen Netzen	260
8.6.1 Analyse von Slotted Ring Systemen	261
8.6.2 Analyse des Token Rings	261
8.6.3 Analyse von CSMA/CD Verfahren	262
8.6.4 Grenzwertbestimmung	263
8.7 Performability	265
9 Operationelle Analyse	270
9.1 Operationelle Analyse eines einzelnen Knotens	270
9.1.1 Basisgrößen	270
9.1.2 Erweiterung auf mehrere Bedieneinheiten	272
9.2 Operationelle Analyse von Warteschlangennetzen	273
9.3 Vergleich mit stochastischen Methoden	282
10 Beispiele für Anwendungen in der Praxis	285
10.1 Rechenanlagen	285
10.2 Rechnerkomponenten	286
10.3 Verbindungsstrukturen und -netze	287
10.4 Modellierungswerkzeuge	288
 Monografien, Bücher	 290
Literaturverzeichnis	291
Stichwortverzeichnis	305