

# Inhaltsverzeichnis

0	EINLEITUNG	1
1	ELEMENTARE BEGRIFFE UND ERSCHEINUNGEN	5
1.1	Handlung und Auftrag	6
	Handlung, Netz, Vergrößerung, Verfeinerung, Betriebsmittel, Funktionseinheit, Auftrag, Programmiersprache PROG	
1.2	Präzedenzen	24
	Auftragssystem, Präzedenzrelation, Kausalnetz, Relationen li und co, Linien und Schnitte	
1.3	Zeitliche Ordnung und Prozesse	34
	S/T-Netz, B/E-Netz, Schaltregel, Ausführungsfolgen, asynchrone und synchrone Prozesse, komplementäre Stellen, Netzprogramme und ihre Prozesse	
1.4	Aufträge an Funktionseinheiten	59
	Auftragsbindung, Füllung, Simultanbetrieb, Kapazität, Verweilzeit, Durchsatz, Auslastung, Belegtzeit, Bedienzeit, System von Funktionseinheiten, passendes Auftragssystem, Pr/T-Netz, AV-Netz, Besuchszahl	
1.5	Kosten	81
	Kosten-Durchsatz-Verhältnis, mittlere Kosten je Auftrag, Gemeinkosten-Auftrag	
1.6	Nutzen	90
	Nutzenfunktion	

1.7	Einige Aspekte des Entwurfs von Rechensystemen: Strukturen, Strategien, Dimensionierung Bewertung, Dimensionierung, verteilte Systeme, Graph mit Kostenfunktion, Gerüst, Konzentratoren, optimale Verteilung von Funktionseinheiten auf Baueinheiten, Bindungsgraph, Fluß-Probleme	93
2	NEBENLÄUFIGE PROZESSE	115
2.1	Nebenläufigkeit in Rechensystemen Bedeutung von Nebenläufigkeit	115
2.2	Das Extensionalitäts-Prinzip Synchronisation, Fall/Transitions-System, schlichtes Netz, Extensionalitätsprinzip, kritischer Abschnitt	118
2.3	Unteilbarkeit von Handlungen	128
2.3.1	Einführende Beispiele Protokolle, Realisierung von kritischen Abschnitten, Lösung von Dekker/Peterson	128
2.3.2	Unteilbarkeit als programmier-methodologisches Konzept Unteilbare Anweisung, Prozeßsemantik von Unteilbarkeit	137
2.3.3	Realisierungen von Unteilbarkeit Semaphor, test-and-set-, region- und await-Anweisungen	143
2.3.4	Unteilbarkeit als Konsistenzkriterium Schematisches Auftragssystem, Interpretation, nutzlose und relevante Aufträge, Serialisierung, Serialisierbarkeit, virtuell serielles und zweiphasiges Transaktionensystem	147
2.3.5	Funktionalität Funktionales und spurfunktionales Auftragssystem, Störungs- und Verlustfreiheit, maximal nebenläufiges Auftragssystem	166

2.3.6	Syntaktische Kriterien für Unteilbarkeit Strukturiertes Auftragssystem, Wohlstrukturiertheit, wohldefinierte Aufträge, Umgebungsunabhängigkeit	178
2.4	Synchronisation	185
2.4.1	Typen von Synchronisation Konsistenz- und Betriebsmittel-Synchronisation, Leser/Schreiber-Problem, Prioritäten, Betriebsmittel- Auftragssystem, $\omega$ -Folge, Verklemmungsfreiheit und Sicherheit	185
2.4.2	Nachweis von Synchronisationsbedingungen S- und T-Invarianten, Wirkung einer Transition, Inzidenzmatrix	206
2.4.3	Verklemmungsfreiheit BM-Bedarfsnetz, Entdeckung, Ausschluß und Umgehung, Residuum, K-gesteuertes S/T-Netz, Bankiers-Problem	212
2.4.4	Lebendigkeit und Fairneß Lebendiges und T-fortsetzbares Netz, maximal lebendiges Teilverhalten, faires Verhalten, verschleppungsfreie und faire Schaltregel	226
2.5	Höhere programmsprachliche Synchronisationskonzepte	234
2.5.1	Speicher-Synchronisation Monitor, Concurrent PASCAL	235
2.5.2	Rendezvous-Synchronisation Rendezvous, CSP, ADA, V-System, Gruppen-Kommu- nikation	238
2.5.3	Datenflußprogramme und funktionale Programmierung Funktionale Sprachen, Datenflußgraphen und Pr/T-Netze	242
2.6	Kommunikation in verteilten Systemen Verteiltes System, Synchronisation in verteilten Systemen, Kommunikations-Protokolle, OSI-Schichtenmodell, Datenübermittlungs- und Transportprotokoll	249

3	SICHERHEIT UND KORREKTHEIT VON RECHENSYSTEMEN	270
3.1	Rechte und Schutzmechanismen	270
	Aktive und passive Rechte, Schutzspezifikationen	
3.2	Rechtsbereiche	274
	Zugriffsmatrix, Zugriffsliste, Berechtigung, Schutzmechanismen, Modul, Unsicherheit	
3.3	Korrektheit von Rechensystemen und Realisierung von Schutzmechanismen	283
	Zuverlässigkeit, Abgrenzung und Abstraktion, Betriebssystem–Schichtenmodell, Kern, Sicherheits–Kern	
4	ZUVERLÄSSIGKEIT: STOCHASTISCHE MODELLE	292
4.1	Begriffe und Erscheinungen	292
	Zuverlässigkeit, Fehler, Ausfall, Störung, Redundanz, Beanspruchung, Werte	
4.2	Stochastische Modelle für Lebensdauer und für das Auftreten von Störungen und Ausfällen	299
	Stochastische und operationale Modelle, Ereignisrate, Poisson–Prozeß, Restzeit	
4.3	Zuverlässigkeit von Strukturen ohne Fehlerbehebung	313
	Überlebensfunktion, Serienstruktur, Parallelstruktur, k–aus–n–Struktur	
4.4	Zuverlässigkeit von Strukturen mit Fehlerbehebung	322
	Verfügbarkeit, homogener zustandsdiskreter Markovscher Prozeß in kontinuierlicher Zeit, Beispiele	
5	AUFTRAGSVERKEHR	342
5.1	Little'sche Formeln	342
	Einfaches operationales Modell, stochastisches Modell	

5.2	Elementare Wartesysteme	348
	Verlustsystem, Wartesystem, Wartepool, Bedienstation, Auftragsankunftsprozeß, Bedienstrategie, Syntax der elementaren Wartesysteme	
5.3	Auftragsverkehr in allgemeinen Systemen	357
5.3.1	Ermittlung des Auftragsverkehrs: Motive und Verfahren	357
	Primäre und sekundäre Belastung, Overhead, Experiment und Rechnung, Modellierung, Validierung	
5.3.2	System und Belastung	359
	Geschlossene und offene Systeme, Belastung	
5.3.3	Durchsatzgesetze und die Auswirkung von Grenzdurchsätzen	362
	Allgemeines Durchsatzgesetz, Engpässe, Grenzdurchsatz eines Systems, Wegewahl, Klassen, Beispiel, Umlaufzeit	
5.3.4	Verweilzeitgesetze	382
5.3.5	Grenzverhalten bei kleiner und großer Füllung	385
5.4	Wartenetze	392
5.4.1	Einführung	392
5.4.2	Das elementare Wartesystem M/M/m/k	393
5.4.3	Jackson-Netze	397
5.4.4	Gordon-Newell-Netze	401
	Definition, Faltungsverfahren, Vergleich mit offenem Netz	
5.4.5	BCMP-Netze	409
	Definition, Knotentypen, Cox-Verteilung, Beispiel	
5.5	Wechselwirkungen von Auftragsverkehr und Zuverlässigkeit	413
	Struktur der Wechselwirkungen, Fehlertypen, belastungs- abhängige Störungen und störungsabhängige Belastung	

5.6	Betriebsformen von Rechensystemen	426
5.6.1	Kategorien	426
	Externes Betriebsziel, innere Organisationsform, zeitliche Organisation	
5.6.2	Konzentrierte Systeme	428
	Serieller Betrieb, Spooling, Teilnehmerbetrieb, Stapelbetrieb, Realzeitbetrieb	
5.6.3	Verteilte Systeme	441
	Rechnernetz, Kommunikationsverbund, Lastverbund, Sicherheitsverbund, Funktionsverbund, Datenverbund	
6	ABLAUFPLANUNG	448
6.1	Last	448
	Last, Freiphase, Beschäftigungsphase	
6.2	Bedienstrategien: allgemeine Eigenschaften	452
6.3	Nichtverdrängende Bedienstrategien im Wartesystem M/G/1	454
6.3.1	FCFS, LCFS und andere Strategien mit bedienzeit-unabhängiger Wartezeit	455
	Mittlere gewichtete Restbedienzeit, Pollaczek-Khinchin-sche Mittelwertformel, Einfluß des Variationskoeffizienten	
6.3.2	Schranken und Invarianzen	459
	Untere und obere Wartezeitschranke, mittlere gewichtete Restbedienphase, Kleinrocks Erhaltungssatz	
6.3.3	Prioritätsstrategien	464
6.3.4	Bedienzeitabhängige Strategien	467
	SPT, LPT, HRN	

6.3.5	Lastmindernde Strategien Trommel- und Festkopflattenspeicher, Plattenspeicher mit beweglichen Köpfen, Restrotationszeit, SATF, SST, FSCAN, SCAN	470
6.4	Verdrängende Bedienstrategien im Wartesystem M/G/1	480
6.4.1	Würdigung verdrängender Strategien	480
6.4.2	Schranken für die mittlere Wartezeit Untere und obere Wartezeitschranke	481
6.4.3	Sonderfall: negativ-exponentiell bzw. entartet negativ- exponentiell verteilte Bedienzeit LCFS-p, RR, SET, entartet negativ-exponentielle Verteilung, sofortige Bedienung des ankommenden Auftrags	483
6.4.4	Prioritätsstrategien	487
6.4.5	LCFS-p	488
6.4.6	Round Robin Grenzfall sehr kleiner Zeitscheiben, effektive Zeitscheiben, technische Zeitscheibengröße	490
6.4.7	SET	494
6.4.8	Bedienzeitabhängige Strategien Optimalstrategien bei entartet negativ-exponentiell verteilter Bedienzeit	496
6.5	Vergleich	498

7	SPEICHERVERWALTUNG	500
---	--------------------	-----

7.1	Grundphänomene Speicher bei seriellem und simultanem Betrieb, virtuelle Speicherverwaltung	500
-----	--	-----

7.2	Totale Zuteilung von Hauptspeicher	506
7.2.1	Starre und veränderliche Aufteilung	506
	Region, Partition von Hauptspeicher, Mehrprogramm- betrieb mit fester und variabler Auftragszahl, interne und externe Speicherzerstückelung, First-Fit/Best-Fit- Strategie, 50% – Regel	
7.2.2	Verschiebbare Speicherbelegung	512
	Speicherverdichtung, Verschiebe-Durchsatz	
7.2.3	Gestreute Anordnung von Speicher	514
	Segment, Segmenttabelle	
7.3	Partielle Zuteilung von Hauptspeicher	515
7.3.1	Dynamischer Speicherbedarf, Überlagerung	515
	Verwaltung als Keller oder Halde, Overlay	
7.3.2	Seitenersetzung mit fester Kachelzahl	517
	Seite, Kachel, Referenzwort, Seitenfehler, Seitenwech- selalgorithmus, FIFO, LIFO, LRU, $B_0$ , LFU, Kostenfunktion, Speicherhierarchie, Fehlerraten, Lokalität, Anomalien, Stack-Algorithmen	
7.3.3	Seitenersetzung mit variabler Kachelzahl	526
	Seitenflattern, Transport/Rechenzeit-Verhältnis, Arbeitsmenge (working set), WS, PFF, schrittweise und zeitliche Speicherkosten, Anomalien, verallgemeinerte Stack-Algorithmen	
7.4	Dateiverwaltung	536
	Datei, Zugriffsmechanismen, Dateiverzeichnis	
	LITERATURVERZEICHNIS	539
	STICHWORTVERZEICHNIS	548