

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung und Überblick	1
1.1 Der Materialfluss in Produktion und Vertrieb	1
1.2 Aufgaben der Materialflusslehre	1
1.3 Typisches Beispiel eines Materialflusssystems	4
2. Grundelemente der Materialflusssysteme	11
2.1 Förderstrecken	11
2.1.1 Durchsatz	11
2.1.2 Grenzdurchsatz, Auslastungsgrad	13
2.1.3 Taktzeit	13
2.1.4 Zwischenankunftszeit	14
2.1.5 Erwartungswert stetig verteilter Zwischenankunftszeiten	17
2.1.6 Praktische Ermittlung des Erwartungswerts	17
2.1.7 Streuung der Zwischenankunftszeiten	19
2.2 Verzweigungen	21
2.2.1 Teilstetige Verzweigungen für zwei Richtungen	23
2.2.2 Teilstetige Verzweigungen für beliebig viele Richtungen	25
2.2.3 Unstetige Verzweigungen für zwei und mehr Richtungen	25
2.2.4 Partieller Grenzdurchsatz der stetigen und der unste-	
tigen Richtungen	26
2.2.5 Stetige Verzweigungen für zwei Richtungen	28
2.2.6 Stetige Verzweigungen für beliebig viele Richtungen...	32
2.3 Zusammenführungen	33
2.3.1 Abfertigungsregeln für die Zusammenführungen	34
2.3.2 Die Zeitlücken im Hauptstrom	35
2.3.3 Durchsatzbedingungen der Zusammenführungen mit	
Vorfahrt	37
2.4 Universelles Materialflusselement	42
2.5 Literaturempfehlungen zu Kapitel 2	46
3. Abbildung von Materialflusssystemen in Modellen	47
3.1 Modellarten	47
3.2 Flussdiagramme, Groblayout	49
3.3 Graphen	51

3.3.1	Struktur	51
3.3.2	Pfeil- und Knotenbewertung	53
3.4	Materialflussmatrizen	53
3.4.1	Adjazenzmatrix	53
3.4.2	Bewertungsmatrix	54
3.4.3	„Kürzeste-Wege“-Matrix	55
3.4.4	Belastungsmatrix	65
3.4.5	Transportmatrix	68
3.4.6	Leerfahrtenmatrix	70
3.4.7	Benutzung der Matrizen zur Bestimmung der Fördermittelanzahl	78
3.5	Verteilungen zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Materialflussprozessen	81
3.5.1	Diskrete Verteilungen	82
3.5.2	Stetige Verteilungen	88
3.5.3	Stetige Gleichverteilung	88
3.5.4	Exponentialverteilung	90
3.5.5	Erlangverteilung	91
3.5.6	Normalverteilung	93
3.6	Statistische Schätz- und Prüfmethode zur Beurteilung des stochastischen Verhaltens von Materialflussprozessen	94
3.6.1	Punktschätzung	94
3.6.2	Bereichsschätzung	95
3.6.3	Vertrauensbereich der Varianz	101
3.6.4	Testen von Hypothesen	101
3.7	Literaturempfehlungen zu Kapitel 3	109
4.	Warten und Bedienen im Materialfluss	111
4.1	Wartesystem-Modelle	112
4.2	Das M M 1-Modell	115
4.3	Das D D 1-Modell	123
4.4	Das M D 1-Modell	124
4.5	Das M E _k 1-Modell	124
4.6	Das M G 1-Modell	125
4.7	Das G G 1-Modell	128
4.8	Das M M m-Modell	130
4.9	Geschlossene Systeme am Beispiel des M M 1 K-Systems	132
4.10	Vernetzte Wartesysteme	134
4.10.1	Berechnung von Kennwerten für offene Netzwerke mit Exponentialverteilungen	136
4.10.2	Berechnung von Kennwerten für geschlossene Netzwerke mit exponentialverteilten Bedienzeiten	139
4.10.3	Die Mittelwertanalyse	141
4.11	Beispiel zur Anwendung von elementaren Wartesystemen	145
4.12	Zeitdiskrete Modelle von Materialflusselementen	148

4.13	Exkurs: Zufällige Irrfahrt und Leiterhöhenverteilung	156
4.14	Zeitdiskrete G G 1-Wartesysteme als zufällige Irrfahrt	158
4.14.1	Berechnung der Warte- und Brachzeitverteilung	159
4.14.2	Bestimmung der Zwischenabgangszeit	163
4.14.3	Bestimmung der Verweilzeit einer Fördereinheit	169
4.14.4	Bestimmung der Verteilung der Zahl von Fördereinheiten im System im Ankunftsmoment	169
4.15	Literaturempfehlungen zu Kapitel 4	171
5.	Lagern und Kommissionieren	173
5.1	Lagerbestand	173
5.2	Lagerkapazität und Füllungsgrad	176
5.2.1	Lagerdimensionierung bei normalverteilten Artikelbeständen	179
5.2.2	Lagerdimensionierung bei beliebig verteilten Artikelbeständen	182
5.3	Lagerbauarten	189
5.4	Zugriffszeit	196
5.5	Einzel- und Doppelspiel	197
5.6	Mittlere Spielzeit der Einzelspiele	202
5.7	Mittlere Spielzeit der Doppelspiele	208
5.8	Mittlere Spielzeiten in Abhängigkeit von der Lage des Übergabeplatzes	211
5.9	Kommissionieren	212
5.9.1	Drei Grundkonzepte für Kommissioniersysteme	213
5.9.2	Die Kommissionierzeit	217
5.10	Literaturempfehlungen zu Kapitel 5	224
6.	Sortieren	225
6.1	Der Materialfluss des Sortierprozesses	225
6.2	Sortieren in Logistikprozessen	226
6.3	Grenzdurchsatz, betrieblicher Durchsatz	227
6.4	Literaturempfehlungen zu Kapitel 6	231
7.	Planung von Materialflusssystemen	233
7.1	Aufnahme des Ist-Zustands	234
7.1.1	Parameter der Ist-Aufnahme	235
7.1.2	Ablaufstudien	242
7.1.3	Belastungsstudien	244
7.1.4	Kostenstudien	250
7.1.5	Darstellung des Ist-Zustands	251
7.1.6	Wertstromanalyse	259
7.2	Planungsstufen	269
7.2.1	Grobplanung	271
7.2.2	Idealplanung	273

7.2.3	Realplanung	274
7.2.4	Detailplanung	274
7.3	Beurteilung von Planungsvarianten	275
7.3.1	Nutzwertanalysen	275
7.3.2	Wirtschaftlichkeitsanalysen	284
7.3.3	Risikoanalysen	286
7.4	Layoutplanung	289
7.4.1	Das Optimierungsproblem	289
7.4.2	Das Dreieck-Verfahren	291
7.4.3	Rechnergestützte Layoutplanungsverfahren	294
7.4.4	Ein vektorbasiertes Layoutplanungsverfahren	297
7.5	Verfügbarkeit	301
7.5.1	Definition und Bestimmungsgrößen der Verfügbarkeit	302
7.5.2	Verbesserung der Verfügbarkeit von Systemen durch die Anordnung ihrer Elemente	305
7.5.3	Die Problematik des Nachweises der Verfügbarkeit	307
7.6	Simulation	309
7.6.1	Simulation der Arbeitsweise eines Regalbediengeräts im Hochregallager	310
7.6.2	Simulation eines Warteprozesses	312
7.6.3	Simulation vernetzter Materialflusssysteme in der Planungsphase	315
7.6.4	Charakteristische Arbeitsphasen und typische Probleme bei der Durchführung einer Simulation	317
7.6.5	Analyse der Simulationsergebnisse	322
7.7	Literaturempfehlungen zu Kapitel 7	327
8.	Informationsflüsse in Logistiksystemen	329
8.1	Informations-Prozessketten, Kommunikationsnetze	329
8.2	Kommunikationsmodell	330
8.3	Informationsmanagement	333
8.4	Identifikationssysteme	335
8.5	Strichcode-Datenträger	339
8.5.1	Codearten und Codekennzeichen	339
8.5.2	Lesegeräte für Strichcode-Datenträger	345
8.6	Identifikationssysteme mit zweidimensionalen Datenträgern	354
8.6.1	Allgemeines	354
8.6.2	Dotcode	355
8.6.3	Dotcode 1	357
8.6.4	USD-5	358
8.7	Identifikationssysteme mit elektronischen Datenträgern	358
8.7.1	Historie	359
8.7.2	Festcodierte Datenträger	360
8.7.3	Programmierbare Datenträger	361
8.7.4	Lese-Programmiereinheit	363

8.7.5	Auswerteeinheit	367
8.7.6	Einsatz- und Auswahlkriterien	367
8.8	Sprachverarbeitende Systeme im Informationsfluss	371
8.8.1	Klassifizierung der sprachverarbeitenden Systeme	372
8.8.2	Einzelworterkennung	375
8.8.3	Spracherkennung in Materialfluss-Prozessen	379
8.9	Identifikationssysteme in der Materialflussteuerung	380
8.9.1	Zentrale Materialflussteuerung	381
8.9.2	Dezentrale Materialflussteuerung	382
8.9.3	Selbstorganisierende Systeme	383
8.10	Literaturempfehlungen zu Kapitel 8	384
Literaturverzeichnis		387
Sachverzeichnis		395