

Dieter Arnold · Kai Furmans

# Materialfluss in Logistiksystemen

5., erweiterte Auflage

Mit 202 Abbildungen und 19 Tabellen

 Springer

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung und Überblick</b>	1
1.1 Der Materialfluß in Produktion und Vertrieb	1
1.2 Aufgaben der Materialflußlehre	1
1.3 Typisches Beispiel eines Materialflußsystems	4
<b>2. Grundelemente der Materialflußsysteme</b>	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	16
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 unstetigen 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
<b>3. Abbildung von Materialflußsystemen in Modellen</b>	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 Förder- mittellanzahl .....	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.	<b>Warten und Bedienen im Materialfluß</b> .....	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 Netz- werke 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 Brachverteilung .....	159
4.14.2	Bestimmung der Zwischenabgangszeit .....	163
4.14.3	Bestimmung der Verweilzeit einer Fördereinheit .....	167
4.14.4	Bestimmung der Verteilung der Zahl von Fördereinheiten im System im Ankunftsmoment .....	169
4.15	Literaturempfehlungen zu Kapitel 4 .....	171
<b>5.</b>	<b>Lagern und Kommissionieren .....</b>	<b>173</b>
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
<b>6.</b>	<b>Sortieren .....</b>	<b>225</b>
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
<b>7.</b>	<b>Planung von Materialflußsystemen .....</b>	<b>233</b>
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 Pla- nungsphase .....	315
7.6.4	Charakteristische Arbeitsphasen und typische Proble- me bei der Durchführung einer Simulation .....	317
7.6.5	Analyse der Simulationsergebnisse .....	322
7.7	Literaturempfehlungen zu Kapitel 7 .....	327
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>329</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>		<b>337</b>