

Richard Lackes

# Just-in-Time- Produktion

- Systemarchitektur
- Wissensbasierte Planungsunterstützung
- Informationssysteme

TECHNISCHE HOCHSCHULE DARMSTADT	
Fachbereich 1	
Gesamtbibliothek	
Betriebswirtschaftslehre	
Invest.-Nr.	46.739
Abstell.-Nr.	A25/954
Sachgebiete:	
	00231312

**GABLER**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Einführung in die Problemstellung .....	1
1.2 Gang der Untersuchung .....	3
<b>TEIL I: GRUNDLAGEN DER JUST-IN-TIME-PRODUKTION</b>	
<b>2. Just-in-Time-Produktion</b> .....	<b>7</b>
2.1 Zielsetzungen .....	7
2.2 Funktionsweise und Einsatzvoraussetzungen der Just-in-Time-Produktion .....	8
2.3 Motivation zur Einführung von Pull-Systemen .....	15
2.3.1 Wirkungen der beiden Steuerungsprinzipien am Beispiel einer zweistufigen Fertigung .....	17
2.3.1.1 Funktionsweise des Pull-Prinzips im Grundmodell .....	18
2.3.1.2 Funktionsweise des Push-Prinzips im Grundmodell .....	22
2.3.2 Kritische Aspekte der beiden Steuerungsprinzipien .....	27
2.4 Analytische Überlegungen zur Entwicklung von Kostenfunktionen für die JIT-Produktion am Beispiel einer zweistufigen Fertigung .....	30
2.4.1 Lagerbestandsentwicklung im zweistufigen Produktionssystem .....	31
2.4.1.1 Unlimitierte Produktion .....	33
2.4.1.2 Produktionslimitierung durch Kanbans .....	36
2.4.2 Entwicklung der Kostenfunktionen .....	49
2.4.2.1 Serien-/Rüstkosten .....	51
2.4.2.2 Lagerkosten .....	52
2.4.2.3 Fehlmengenkosten .....	56
2.4.3 Anwendungsmöglichkeiten der Kostenfunktionen .....	57
2.4.3.1 Bestimmung des anzustrebenden Lageranfangsbestands .....	59
2.4.3.2 Vermeidung von Fehlmengen durch Reduktion der Seriengröße .....	66
2.4.4 Zusammenfassende Würdigung .....	69

## TEIL II. OPTIMIERUNGSMODELLE ZUR PLANUNG VON JUST-IN-TIME- PRODUKTIONSSYSTEMEN

<b>3. Entscheidungsmodelle und Lösungsansätze zur Gestaltung von Just-in-Time-Produktionssystemen.....</b>	<b>73</b>
3.1 Entscheidungsgrundmodell nach einem Ansatz von Bitran/Chang.....	76
3.1.1 Voraussetzungen und Annahmen des Modells.....	76
3.1.2 Modellparameter und Modellformulierung.....	78
3.1.3 Komplexität des Entscheidungsmodells und Lösungsmöglichkeiten.....	83
3.1.3.1 Zur Definition und Messung der Komplexität.....	83
3.1.3.2 Transformation von Modellkonstrukten in Linear-Programming Form.....	85
3.1.3.2.1 Rundungsoperationen in Nebenbedingungen.....	86
3.1.3.2.2 Minimum- bzw. Maximumoperationen in Nebenbedingungen.....	87
3.1.3.3 Transformation des Grundmodells in Linear-Programming Form.....	90
3.1.4 Beispiel.....	92
3.1.5 Kritische Analyse des Modellansatzes.....	100
3.1.5.1 Planungshorizont.....	100
3.1.5.2 Ganzzahligkeit der Lösung.....	102
3.1.5.3 Modellierung der Zeitverbräuche.....	102
3.1.5.4 Abgrenzung von Daten und Entscheidungsvariablen.....	103
3.1.5.5 Stochastische Aspekte.....	106
3.1.5.6 Modellergebnisse.....	106
3.1.5.7 Zielvorstellungen.....	107
3.1.5.8 Zusammenfassung der Kritikpunkte.....	107
3.2 Variation des Entscheidungsgrundmodells zur Berücksichtigung von Rüst- und Fehlmengenkosten bei Mehrproduktbearbeitung.....	109
3.2.1 Voraussetzungen und Annahmen des Modells.....	109
3.2.2 Modelldaten und Modellformulierung.....	110
3.2.3 Beispiel.....	115
3.2.4 Hinweise zu Lösungsaspekten.....	121
3.2.5 Kritische Analyse des Modellansatzes.....	124
3.2.5.1 Verbesserungen gegenüber dem Grundmodell.....	124

3.2.5.2	Schwachstellen.....	125
3.2.5.2.1	Produktionsstruktur .....	126
3.2.5.2.2	Fehlmengenbehandlung und -kosten .....	127
3.2.5.2.3	Übertragbarkeit von Rüstpotentialen.....	128
3.2.5.2.4	Produktbegriff und Parallelanlagen.....	128
3.2.5.2.5	Behälterfüllmengen .....	128
3.2.5.2.6	Planungshorizont und Ganzzahligkeit.....	129
3.2.5.2.7	Information-time-lag und Kanban- Umschlagshäufigkeit.....	130
3.2.5.2.8	Berücksichtigung unsicherer Daten und Modellergebnisse.....	135
3.2.5.3	Fazit und Ausblick .....	136
3.3	Erweiterte und integrative Entscheidungsmodelle zur Planung von JIT-Produktionssystemen .....	138
3.3.1	Berücksichtigung beliebiger Produktionsstrukturen .....	138
3.3.2	Fehlmengenproblematik.....	141
3.3.2.1	Der funktionale Verlauf der Fehlmengenkosten .....	141
3.3.2.2	Übertragbarkeit von Fehlmengen .....	141
3.3.2.3	Ausschluß vermeidbarer Fehlmengen.....	142
3.3.3	Übertragbarkeit von Rüstpotentialen.....	145
3.3.4	Inflexibilität bei der Determinierung der Kanban-Anzahl .....	148
3.3.4.1	Reduktion der Kanbans .....	148
3.3.4.2	Flexible Festlegung der optimalen Kanban-Anzahl .....	150
3.3.5	Exaktere Bestimmung des Lagerbestands .....	153
3.3.6	Berücksichtigung von Mehrarbeitszeiten .....	155
3.3.7	Berücksichtigung von Nutzungspotentialen bei einem offenen Planungshorizont .....	157
3.3.8	Zusammenfassung der Erweiterungen und Modifikationen .....	159
3.4	Zur simultanen Bestimmung von Seriengrößen und Kanban-Anzahl ....	160
3.5	Der Aspekt der Unsicherheit im Entscheidungsmodell .....	164
<b>4.</b>	<b>Stochastische Verfahren auf der Basis von Markov-Modellen .....</b>	<b>167</b>
4.1	Definition von Markov-Modellen.....	167
4.2	Der Modellierungsprozeß und Auswertungsmöglichkeiten .....	169

4.3	Beispiel und Ergebnisinterpretation .....	173
4.4	Zur Komplexität des Lösungsansatzes .....	177
4.5	Zusammenfassung und Kritik .....	179
<b>TEIL III. HEURISTIKEN, SIMULATIONSMODELLE UND EXPERTENPROGRAMMSYSTEME ZUR PLANUNG VON JUST-IN-TIME-PRODUKTIONSSYSTEMEN</b>		
<b>5.</b>	<b>Die Malek'sche Heuristik zur Bestimmung der Kanban-Anzahl .....</b>	<b>183</b>
5.1	Grundlagen und Voraussetzungen .....	183
5.2	Heuristik zur Berechnung der Kanban-Zahl .....	187
5.3	Kritische Analyse der Heuristik und Verbesserungsvorschläge .....	195
5.3.1	Nichtbeachtung stochastischer Aspekte .....	196
5.3.2	Beschränkung auf den Tagesproduktionsplan .....	196
5.3.3	Fehlende ökonomische Parameter .....	197
5.3.4	Konzentration auf die Stationarität .....	198
5.3.5	Gefahr widersprüchlicher Zielsetzungen .....	198
5.3.6	Plausibilitätslücken .....	200
5.3.7	Begrenztes Anwendungsspektrum .....	201
<b>6.</b>	<b>Simulationsansätze zur Gestaltung der Architektur von Just-in-Time- Produktionssystemen .....</b>	<b>202</b>
6.1	Grundlagen der Simulationethodik .....	202
6.1.1	Systemsimulation .....	202
6.1.2	Simulationsarten und Simulationsmodelle .....	204
6.1.3	Möglichkeiten und Grenzen der Simulationstechnik .....	208
6.2	Simulationsmodelle zur Planung von Just-in-Time-Systemen: Kritische Analyse und Systematisierung .....	210
6.2.1	Architekturparameter bei der Simulation von Just-in-Time- Produktionssystemen .....	211
6.2.1.1	Umwelt- und Entscheidungsparameter .....	211
6.2.1.1.1	Endproduktnachfrage .....	211
6.2.1.1.2	Transport- und Bearbeitungszeiten sowie die Kapazitätsharmonisierung .....	213
6.2.1.1.3	Losgrößen .....	214
6.2.1.1.4	Anzahl der Kanbans .....	215
6.2.1.2	Parameter zur Beurteilung der Leistungsperformanz von Just-in-Time-Systemen .....	215

6.2.2 Kritische Analyse existierender Simulationsmodelle zur Architektur von Just-in-Time-Systemen .....	217
6.2.2.1 Einfluß der Losgröße auf das Modellverhalten - Modell von Kimura/Terada .....	222
6.2.2.1.1 Modellbeschreibung .....	222
6.2.2.1.2 Modellergebnisse .....	222
6.2.2.1.3 Modellimplikationen und Modellkritik .....	224
6.2.2.2 Einfluß variierender Bearbeitungszeiten auf das Modellverhalten - Modell von Sarker/Fitzsimmons .....	225
6.2.2.2.1 Modellbeschreibung .....	225
6.2.2.2.2 Modellergebnisse .....	226
6.2.2.2.3 Modellimplikationen und Modellkritik .....	227
6.2.2.3 Einfluß variierender Nachfragegeschwindigkeiten und Lagerbestände auf das Modellverhalten .....	228
6.2.2.3.1 Modell von Huang/Rees/Taylor .....	228
6.2.2.3.1.1 Modellbeschreibung .....	228
6.2.2.3.1.2 Modellergebnisse .....	228
6.2.2.3.1.3 Modellimplikationen und Modellkritik .....	229
6.2.2.3.2 Modell von Gupta/Gupta .....	230
6.2.2.3.2.1 Modellbeschreibung .....	230
6.2.2.3.2.2 Modellergebnisse .....	231
6.2.2.3.2.3 Modellimplikationen und Modellkritik .....	232
6.2.2.3.3 Modell von Zäpfel/Hödlmoser bei Variantenfertigung .....	232
6.2.2.3.3.1 Modellbeschreibung .....	232
6.2.2.3.3.2 Modellergebnisse .....	233
6.2.2.3.3.3 Modellimplikationen und Modellkritik .....	233
6.2.3 Zusammenfassung der Modellergebnisse .....	234
6.2.3.1 Einfluß der Nachfrage .....	235
6.2.3.2 Einfluß der Bearbeitungszeiten .....	236
6.2.3.3 Einfluß der Lagerbestände .....	237
6.2.4 Kritische Analyse der Simulationsmodelle .....	238
6.2.4.1 Kritische Beurteilung der Modelle .....	238

6.2.4.2	Kritische Beurteilung der Modellergebnisse und deren praktische Relevanz .....	239
6.2.4.2.1	Problematik der schwankenden Nachfrage.....	239
6.2.4.2.2	Problematik der minimalen Lagerbestände.....	241
6.2.4.2.3	Problematik der konstanten Durchlaufzeiten.....	242
6.2.4.2.4	Problematik nichtwirtschaftlicher Zielgrößen und ergänzende Aspekte .....	242
6.3	Zusammenfassende Beurteilung .....	244
<b>7.</b>	<b>PROMETEUS: Programm zur Modellerstellung und wissensbasierten Entscheidungsunterstützung von JIT-Produktionssystemen .....</b>	<b>245</b>
7.1	Problemstellung und Konzeption .....	245
7.2	Das Modellierungmodul (Modellgenerator) .....	249
7.2.1	Grundstruktur von Petri-Netzen.....	250
7.2.1.1	Basisversion von Petri-Netzen.....	251
7.2.1.2	Erweiterungen von Petri-Netzen .....	254
7.2.1.3	Timed Petri-Nets .....	260
7.2.2	Die Modellgenerierung in Timed Petri-Nets.....	266
7.2.2.1	Die Modellbausteine und -parameter.....	267
7.2.2.1.1	Der Beschaffungsbaustein .....	267
7.2.2.1.2	Der Absatzbaustein.....	273
7.2.2.1.3	Der Fertigungsbaustein .....	275
7.2.2.1.4	Die Transportbausteine.....	279
7.2.2.1.5	Die Modellparameter.....	283
7.2.2.2	Die Generierungsphase.....	290
7.2.2.3	Erweiterungs- und Modifikationsmöglichkeiten.....	297
7.2.3	Die Netzverifikation .....	302
7.3	Das Simulationsmodul .....	305
7.3.1	Aufgaben und Vorgehensweise .....	305
7.3.2	Beispiel einer Simulation .....	310
7.3.2.1	Kanban-Anzahl in der Ausgangssituation.....	310
7.3.2.2	Stochastische Nachfragen.....	312
7.3.2.3	Störungen in der Fertigung.....	314
7.4	Wissensbasierte Analyse der Simulationsergebnisse.....	318

7.4	Wissensbasierte Analyse der Simulationsergebnisse .....	318
7.4.1	Problemstellung .....	318
7.4.2	Struktur wissensbasierter Systeme (Expertensysteme) .....	320
7.4.2.1	Definition und Anwendungsbereich .....	320
7.4.2.2	Komponenten und Wissensrepräsentation .....	321
7.4.2.3	Nutzungsmöglichkeiten und -grenzen .....	323
7.4.3	Wissensbasis für die Diagnose der Simulationsergebnisse .....	326
7.4.3.1	Das Diagnoseziel .....	326
7.4.3.2	Wissens- und Datenstruktur .....	331
7.4.3.3	Die Inferenzkomponente und Regeln zur Wissensbearbeitung .....	332
7.4.3.4	Präferenzwissen .....	335
7.4.3.5	Simulationsfaktenwissen .....	337
7.4.3.6	Dynamische Faktendaten zur Regelsteuerung und Objektattributierung .....	338
7.4.3.7	Generelle Regeln .....	340
7.4.3.7.1	Die Analyse der Durchlaufzeiten .....	341
7.4.3.7.2	Die Analyse der Lagerbestände .....	354
7.4.3.8	Erweiterungen und Ausblick .....	360
7.5	Zur Implementierung von PROMETEUJS .....	361
7.5.1	Die Datenstrukturen .....	361
7.5.2	Interaktionsschemata .....	366

#### **TEIL IV. INTEGRATIONSASPEKTE UND SCHNITTSTELLEN ZU MRP-SYSTEMEN**

<b>8.</b>	<b>Integration der JIT-Steuerung in MRP-Systeme .....</b>	<b>371</b>
8.1	Einführung in die Problemstellung .....	371
8.2	Die Planungsphilosophie und Vorgehensweise in MRP-Systemen .....	372
8.3	Abstimmungsprobleme bei der Integration einer JIT-Steuerung in das MRP-System .....	380
8.3.1	Problembeschreibung .....	380
8.3.2	Das JIT-Endprodukt .....	384
8.3.2.1	Spezifikation des Entscheidungsfeldes .....	384
8.3.2.2	Lösungsverfahren zur Behebung des Integrationsproblems .....	389



8.3.3	Das JIT-Beschaffungsprodukt .....	398
8.3.4	Sonstige Schnittstellenprobleme .....	400
8.4	Die Bedeutung von Datenvarianzen in JIT- und MRP-Systemen .....	401
8.4.1	Arten von Datenvarianzen .....	401
8.4.2	Datenvarianzen aufgrund volatiler Bedarfsentwicklungen .....	404
8.4.3	Datenvarianzen aufgrund von Unsicherheiten .....	404
<b>TEIL V. KONZEPTION EINES HYBRIDSYSTEMS</b>		
<b>9.</b>	<b>Konzeption eines hybriden Produktionssteuerungssystems .....</b>	<b>409</b>
9.1	Motivation zur Entwicklung hybrider Steuerungsprinzipien .....	409
9.1.1	Datenrelevanz in MRP-Systemen .....	410
9.1.2	Datenrelevanz in JIT-Systemen .....	416
9.1.3	Vergleich von MRP- und JIT-Systemen .....	418
9.1.4	Synchro-Systeme als Integrationskonzept .....	421
9.2	Entwicklungsperspektiven und Varianten hybrider Steuerungssysteme .....	422
9.2.1	Informations- und Planungsreichweite .....	423
9.2.2	Die Auftragsdatenübermittlung .....	426
9.3	Aufbau und Funktionsweise des hybriden Produktionssteuerungssystems .....	428
9.3.1	Das Kommunikationssystem .....	431
9.3.2	Die Entscheidungsfelder auf dezentraler Ebene .....	434
9.4	Algorithmische Beschreibung der Funktionsweise des hybriden Steuerungssystems .....	442
9.4.1	Voraussetzungen .....	442
9.4.2	Gesamtüberblick über die Grundstruktur des logischen Ablaufs .....	445
9.4.3	Die Programmodule zur Ablauflogik im Hybridsystem ....	449
9.4.3.1	Die Steuerung durch das Hauptprogramm .....	449
9.4.3.2	Die dezentrale Verbrauchsdatenberechnung .....	450
9.4.3.3	Zur Behandlung von Fehlmengensituationen .....	451
9.4.3.4	Die dezentrale Auftragsplanung .....	455
9.4.3.5	Die Auftragsplanrevision aufgrund von Fehlmengenalarmen .....	461

---

9.4.4 Zur Dynamik der Produktionssteuerung im Hybridsystem .....	469
9.5 Ansätze für Erweiterungen des Hybridsystems .....	472
<b>10. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>477</b>
Anhang .....	483
Literaturverzeichnis .....	487