



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Rekonfigurierbare Produktionssysteme</b>	<b>5</b>
2.1 Ressourcen . . . . .	6
2.1.1 Betriebsmittel . . . . .	7
2.1.2 Personal . . . . .	9
2.1.3 Güter, Materialien und Produkte . . . . .	11
2.1.4 Qualifizierung und Qualifikation . . . . .	11
2.2 Scheduling . . . . .	14
2.3 Klassifikation von Produktionssystemen . . . . .	17
2.4 Rekonfigurierbarkeit und Wandlungsfähigkeit . . . . .	21
2.5 Vernetzungsprobleme durch Rekonfiguration . . . . .	23
<b>3 Simulation und Optimierung von Produktionssystemen</b>	<b>25</b>
3.1 Simulation von Produktionssystemen . . . . .	25
3.2 Optimierungsverfahren . . . . .	29
3.2.1 Genetische Algorithmen . . . . .	32
3.2.2 Tabu-Suche . . . . .	34
3.2.3 Ameisenkolonie-Optimierung . . . . .	35
3.2.4 Partikelschwarmoptimierung . . . . .	37
3.2.5 Multikriterielle Optimierung . . . . .	39
3.3 Simulationsbasierte Optimierung . . . . .	41
<b>4 Modellierung von Produktionssystemen</b>	<b>45</b>
4.1 Modellierungsmethoden für Prozesse in Produktionssystemen . . . . .	45
4.1.1 Petri-Netze . . . . .	45
4.1.2 Ereignisgesteuerte Prozessketten . . . . .	47
4.1.3 Integrierte Unternehmensmodellierung . . . . .	50
4.1.4 Dortmunder Prozesskettenparadigma . . . . .	52
4.1.5 Auswahl einer Methode zur Modellierung von Produktionssystemen . . . . .	54
4.2 Einführung in Petri-Netze . . . . .	55
4.2.1 Grundlagen der Petri-Netze . . . . .	56
4.2.2 Einfache Petri-Netze . . . . .	61
4.2.3 Höhere Petri-Netze . . . . .	62
4.3 Zeitbehaftete hierarchische objekt-relationale Systeme . . . . .	63
4.3.1 Darstellungselemente . . . . .	64
4.3.2 Hierarchisierung . . . . .	68
4.3.3 Analyse und Simulation . . . . .	71
4.4 Abgrenzung und Forschungsbedarf . . . . .	73



<b>5</b>	<b>Modulare Modellierung von Produktionssystemen mit Petri-Netzen</b>	<b>75</b>
5.1	Modularten . . . . .	77
5.2	Zusammenführen von Modulen zu einem lauffähigen Modell . . . . .	78
5.3	Objektorientierung in den Modulen . . . . .	83
5.4	Vorstellung von Basis-Prozessmodulen . . . . .	86
<b>6</b>	<b>Automatisierte Modellvariation zur Optimierung von Produktionssystemen</b>	<b>93</b>
6.1	Beschreibung der Evaluation . . . . .	93
6.2	Ergebnisdarstellung und Berechnung von Fitnesswerten . . . . .	98
6.3	Entwicklung des Scheduling-Algorithmus . . . . .	101
6.4	Entwicklung des Algorithmus zur Systemvariation . . . . .	107
<b>7</b>	<b>Methodische Evaluation von MSORP</b>	<b>113</b>
7.1	Beschreibung des Systems . . . . .	113
7.2	Bereitgestellte Module . . . . .	117
7.3	Validierung der Module . . . . .	121
7.4	Untersuchung des Vorgehens bei der Evaluation . . . . .	123
7.4.1	Untersuchung des dynamischen Abbruchs der stochastischen Replikationen . . . . .	124
7.4.2	Untersuchung des deterministischen Laufes als Schätzer für das stochastische Ergebnis . . . . .	126
7.5	Untersuchung der Optimierungstechniken . . . . .	129
7.5.1	Untersuchung des Schrittes Scheduling . . . . .	129
7.5.2	Untersuchung des Schrittes Systemvariation . . . . .	132
7.5.3	Untersuchung der Eignungsfunktionen . . . . .	135
7.6	Ergebnisse . . . . .	139
<b>8</b>	<b>Fachliche Evaluation von MSORP</b>	<b>143</b>
8.1	Beschreibung des betrachteten Produktionssystems . . . . .	143
8.2	Bereitgestellte Module . . . . .	148
8.3	Validierung der Module . . . . .	150
8.4	Experimente . . . . .	155
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>163</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>167</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>177</b>
	<b>Modellverzeichnis</b>	<b>179</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>181</b>
	<b>Algorithmenverzeichnis</b>	<b>183</b>



---

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>185</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>187</b>
<b>A Symbolübersicht für Modelle</b>	<b>191</b>
<b>B Module und Daten für verwendete Beispiele</b>	<b>193</b>
B.1 Veranschaulichung nützlicher Module . . . . .	193
B.2 Datensätze für die Beispiele der Paretodigramme . . . . .	194
<b>C Box-Whisker-Plot</b>	<b>195</b>
<b>D Daten und Tabellen für die Methodenevaluation</b>	<b>197</b>
D.1 Beschreibung der Modellelemente . . . . .	197
D.2 Ergebnistabellen . . . . .	199
<b>E Daten und Tabellen für die Funktionsevaluation</b>	<b>205</b>
E.1 Daten für die Beschreibung des Produktionssystems . . . . .	205
E.2 Daten für die Beschreibung der Module . . . . .	220
E.3 Daten für die Validierung der Module . . . . .	220
E.4 Ergebnistabellen . . . . .	232