

## Abkürzungsverzeichnis

VII

## Verzeichnis der Formelzeichen

XI

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation und Motivation . . . . .	1
1.2	Thematische Einordnung . . . . .	3
1.2.1	Werkstattfertigung . . . . .	3
1.2.2	Produktionsplanung und -steuerung . . . . .	5
1.2.3	Systeme der PPS . . . . .	9
1.2.4	Betriebsdaten und deren Erfassung . . . . .	11
1.3	Problemstellung . . . . .	12
1.4	Zielsetzung . . . . .	15
1.4.1	Ziel der Arbeit . . . . .	15
1.4.2	Spezifizierung des Untersuchungsbereichs . . . . .	16
1.5	Aufbau der Arbeit . . . . .	17
<b>2</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>19</b>
2.1	Ansätze zur Verbesserung der Werkstattsteuerung . . . . .	19
2.1.1	Ansätze der Produktionsregelung . . . . .	19
2.1.2	Sonstige Ansätze . . . . .	27
2.1.3	Fazit . . . . .	28
2.2	Optimierung der Maschinenbelegung . . . . .	31
2.2.1	Job Shop Scheduling Problem . . . . .	31
2.2.2	Lösungsalgorithmen . . . . .	36
2.2.3	Dynamisches Scheduling . . . . .	46
2.2.4	Fazit . . . . .	46
2.3	Steuerungsrelevante Problemfelder der Werkstattfertigung	47
2.3.1	Störungsidentifikation und -management . . . . .	48
2.3.2	Bewertung von Produktionsplanalternativen . . . . .	54
2.3.3	Ansätze zur Verbesserung der Datenerfassung . . . . .	60
2.4	Ableitung des Handlungsbedarfs . . . . .	63
<b>3</b>	<b>Rahmenbedingungen für das System zur Werkstattsteuerung</b>	<b>65</b>
3.1	Anforderungen . . . . .	65
3.2	Annahmen . . . . .	66

<b>4</b>	<b>Systemübersicht</b>	<b>69</b>
4.1	Ansatz der fertigungsbegleitenden Reihenfolgebildung . . .	69
4.1.1	Grundprinzip . . . . .	69
4.1.2	Reduktion der Modellkomplexität . . . . .	70
4.2	Systemkomponenten und Aufbau des Reglers . . . . .	73
4.3	Zielsystem . . . . .	75
4.3.1	Zielgrößennormierung durch Kostenbetrachtung . .	75
4.3.2	Diskussion der reihenfolgeabhängigen Kostenbestand- teile . . . . .	76
4.3.3	Zielfunktion zur Kostenbewertung . . . . .	88
4.3.4	Ermittlung der Kostensätze . . . . .	88
4.4	Datenmodell . . . . .	89
<b>5</b>	<b>Störungsmanagement</b>	<b>91</b>
5.1	Identifikationsbezogene Störungsklassifizierung . . . . .	91
5.1.1	Ansatz . . . . .	91
5.1.2	Störungsklassen . . . . .	91
5.1.3	Störungsidentifikation . . . . .	95
5.2	Gültigkeitswiederherstellung und Störungsbewertung . . .	98
5.2.1	Wiederherstellung der Gültigkeit des Ablaufplans .	98
5.2.2	Störungsbewertung . . . . .	100
5.3	Strategien zur Störungsbehandlung . . . . .	102
5.3.1	Maßnahmen zur Störungsbehandlung . . . . .	102
5.3.2	Maßnahmenkaskaden . . . . .	106
5.3.3	Gesamtablauf des Störungsmanagements . . . . .	111
<b>6</b>	<b>Algorithmus zur Reihenfolgeoptimierung</b>	<b>113</b>
6.1	Allgemeines . . . . .	113
6.2	Repräsentation des Ablaufplans . . . . .	115
6.2.1	Variablendefinition . . . . .	115
6.2.2	Auftragsreihenfolgematrix . . . . .	115
6.2.3	Generierung einer Ausgangslösung (Kodierung) . . .	116
6.2.4	Berechnung des Ablaufplans (Scheduling) . . . . .	117
6.3	Operatoren . . . . .	118
6.3.1	Sequencing . . . . .	118
6.3.2	Fitnessfunktion . . . . .	123
6.3.3	Selektion . . . . .	124
6.3.4	Abbruchkriterium . . . . .	125
6.4	Randbedingungen . . . . .	125
<b>7</b>	<b>Ortungsbasierte echtzeitnahe Datenerfassung</b>	<b>127</b>
7.1	Ortungstechnologien . . . . .	127
7.2	Zusammenhang zwischen Ort und Zustand . . . . .	127
7.2.1	Ansatz der Bewegungslogiken . . . . .	127

7.2.2	Gliederung der Werkstatt . . . . .	129
7.2.3	Definition des Ortungsobjektes . . . . .	132
7.2.4	Ableitung des Auftragsstatus . . . . .	132
7.2.5	Ableitung des Ressourcenstatus . . . . .	134
7.2.6	Maßnahmen zur exakten Flächenzuordnung . . . . .	134
7.3	Modellierung . . . . .	136
7.3.1	Modellierung der Werkstatt . . . . .	136
7.3.2	Modellierung der Bewegungslogiken . . . . .	137
7.3.3	Modellierung baulicher Restriktionen . . . . .	138
7.3.4	Erweiterung des Datenmodells . . . . .	138
7.4	Ablauf der ortungsbasierten Datenerfassung . . . . .	139
7.5	Korrektur und Ergänzung von Informationen . . . . .	139
7.5.1	Erweiterung um BDE/MDE . . . . .	141
7.5.2	Ergänzung manuell zu erfassender Daten . . . . .	142
<b>8</b>	<b>Technische Umsetzung und Bewertung</b>	<b>143</b>
8.1	Softwareprototyp zur Reihenfolgeoptimierung . . . . .	143
8.1.1	Allgemeines . . . . .	143
8.1.2	Initialisierung . . . . .	144
8.1.3	Generationenwechsel . . . . .	145
8.1.4	Parameterbestimmung . . . . .	145
8.1.5	Ergebnisse . . . . .	146
8.1.6	Untersuchung zur Planstabilität . . . . .	147
8.1.7	Kritische Betrachtung . . . . .	147
8.2	Simulationstechnisches Anwendungsbeispiel . . . . .	148
8.2.1	Beschreibung des Anwendungsbeispiels . . . . .	149
8.2.2	Datenbasis der Simulation . . . . .	150
8.2.3	Prämissen . . . . .	151
8.2.4	Aufbau des Simulationsmodells . . . . .	153
8.2.5	Modellvalidierung . . . . .	154
8.2.6	Simulationsszenarien und Kennzahlen . . . . .	155
8.2.7	Ergebnisse . . . . .	157
8.2.8	Kritische Betrachtung . . . . .	158
8.3	Realisierung der ortungsbasierten Datenerfassung . . . . .	159
8.3.1	Demonstrationsszenario . . . . .	160
8.3.2	Prototypische Umsetzung . . . . .	161
8.3.3	Ergebnis und kritische Betrachtung . . . . .	162
8.4	Technisch-wirtschaftliche Bewertung . . . . .	163
8.4.1	Technische Bewertung . . . . .	163
8.4.2	Beispielhafte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung . . . . .	165
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>169</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>171</b>

<b>A</b>	<b>Studie zur Werkstattfertigung in Deutschland</b>	<b>225</b>
A.1	Allgemeines . . . . .	225
A.2	Randbedingungen der Studie . . . . .	225
A.3	Ergebnisse der Studie . . . . .	226
A.4	Fragebogen . . . . .	236
<b>B</b>	<b>Ergänzende Ausführungen zur Reihenfolgeoptimierung</b>	<b>243</b>
B.1	Erzeugung ungültiger Lösungen . . . . .	243
B.2	Auswirkungen der Reparaturfunktion . . . . .	244
B.3	Steuerung der lokalen Suche . . . . .	245
<b>C</b>	<b>Versuchsdaten zur Umsetzung</b>	<b>247</b>
C.1	Versuchsläufe zur Reihenfolgeoptimierung . . . . .	247
C.1.1	Faktorbestimmung . . . . .	247
C.1.2	Vollfaktorielle Versuchspläne . . . . .	247
C.1.3	Ermittlung der Faktoreffekte . . . . .	263
C.1.4	Versuch zum Vergleich von Faktoreffektkombinationen	274
C.2	Simulationstechnisches Anwendungsbeispiel . . . . .	275
C.3	Ortungsbasierte Datenerfassung . . . . .	277
<b>D</b>	<b>Verzeichnis betreuter Studienarbeiten</b>	<b>279</b>