

## Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>KURZZEICHEN</b> .....	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>FERTIGUNGSaufTRAGSPLANUNG UND -STEUERUNG</b> .....	<b>8</b>
2.1	AUFTRAGSABWICKLUNGSSZENARIEN.....	8
2.1.1	Lagerorientierte Fertigung .....	8
2.1.2	Kundenorientierte Fertigung .....	10
2.1.3	Weitere Fertigungsarten .....	10
2.1.4	Kombinierte Szenarien .....	11
2.2	ZIELSETZUNGEN .....	11
2.2.1	Operationalisierung von Zielen .....	14
2.3	ANFORDERUNGEN AN DIE FERTIGUNGSSTEUERUNG .....	16
2.4	PLANUNGSaufGABEN IM RAHMEN DER FERTIGUNGSSTEUERUNG.....	16
2.4.1	Neuplanung vs. Umplanung .....	17
2.4.2	Komplexitätsbetrachtungen .....	17
<b>3</b>	<b>SYSTEME FÜR DIE FERTIGUNGSaufTRAGSPLANUNG UND -STEUERUNG</b> .....	<b>18</b>
3.1	MODELLE FÜR DIE FERTIGUNGSSTEUERUNG .....	19
3.2	ERP-SYSTEME .....	20
3.3	MES-SYSTEME.....	21
3.4	INTEGRATIONSSZENARIEN UND GRENZEN BESTEHENDER SYSTEME .....	23
<b>4</b>	<b>VERFAHREN ZUR aufTRAGSPLANUNG</b> .....	<b>25</b>
4.1	ENUMERATIONSVERFAHREN .....	25
4.2	PRIORITÄTSREGELN .....	25
4.3	META-HEURISTIKEN .....	27
4.3.1	Tabu Search.....	27
4.3.2	Simulated Annealing.....	27
4.3.3	Threshold Accepting.....	28
4.3.4	Genetische Algorithmen .....	29
4.3.5	Evolutionsstrategie .....	31
4.3.6	Evolutionary Programming .....	31
4.3.7	Ameisen-Algorithmen .....	32
4.4	SHIFTING-BOTTLENECK.....	33
4.5	BELASTUNGSORIENTIERTE aufTRAGSFREIGABE (BOA) .....	33
4.6	WISSENSBASIERTE PLANUNGSVERFAHREN.....	35
4.6.1	Restriktionsbasierte Planung .....	35

4.6.2	Regelbasierter Ansatz .....	37
4.6.3	Fallbasiertes Schließen .....	38
4.6.4	Unscharfe Logik .....	43
4.6.5	Reparaturbasierte und ereignisorientierte Ansätze .....	44
4.6.6	Blackboard-Systeme .....	44
4.6.7	Multi-Agenten-Ansatz .....	45
4.6.8	Vertragsnetze .....	47
4.7	NEURONALE NETZE .....	48
4.8	BEWERTUNG UND KRITIK BESTEHENDER VERFAHREN .....	49
<b>5</b>	<b>FALLBASIERTES PLANUNGS- UND STEUERUNGSVERFAHREN .....</b>	<b>52</b>
5.1	RAHMENBEDINGUNGEN UND ANFORDERUNGEN .....	52
5.2	KONZEPT.....	53
5.2.1	Planerische Verantwortungsbereiche im Betrieb .....	53
5.2.2	Fertigungsrelevante Störungen und ihre Behebung.....	57
5.2.3	Modell der fallbasierten Planungsunterstützung .....	57
5.2.3.1	Fallbasierte Einplanungsunterstützung .....	59
5.2.3.2	Fallbasierte Umplanungsunterstützung / Konfliktbehebung.....	61
5.3	WISSENSMODELL .....	63
5.3.1	Modellaufbau.....	63
5.3.2	Entscheidungsdomäne .....	64
5.3.2.1	Aufbau .....	64
5.3.2.2	Attribute, Merkmale und Situationen .....	66
5.3.2.3	Distanz- und Ähnlichkeitsfunktionen .....	67
5.3.2.4	Fall, Fallbasis und ähnlichster Fall .....	68
5.3.2.5	Lösungen und Lösungsparameter .....	69
5.3.2.6	Fallbasierte Anwendung.....	69
5.3.2.7	Interpretation von Fällen als Regeln .....	70
5.3.2.8	Fallbasierter Entscheidungsprozess .....	74
5.3.2.9	Festlegung der relevanten Merkmale und der initialen Fallbasis.....	74
5.3.3	Anwendungsdomäne.....	75
5.3.3.1	Planungsobjekttypen .....	76
5.3.3.2	Konfliktarten .....	79
5.3.3.3	Lösungsarten.....	83
5.3.4	Inferenzebene .....	84
5.3.4.1	Kontrollstrategien .....	85
5.3.4.2	Fallbasierter Einplanungsalgorithmus .....	90
5.3.4.3	Fallbasierter Umplanungsalgorithmus.....	91
5.3.4.4	Fallselektion .....	96
5.3.4.5	Lösungsanpassung .....	97

5.3.4.6	Lösungsbewertung .....	100
5.3.4.7	Aktualisierung der Fallbasis .....	102
5.3.4.8	Fallbasispflege und -wartung .....	103
5.3.5	Aufgabenebene .....	106
5.3.6	Strategieebene .....	107
<b>6</b>	<b>ARCHITEKTUR DES FALLBASIERTEN SYSTEMS ZUR UNTERSTÜTZUNG DER PLANUNG UND STEUERUNG .....</b>	<b>109</b>
6.1	SYSTEMFUNKTIONEN UND KONSULTATIONSABLAUF .....	109
6.1.1	Konsultationsablauf .....	110
6.1.2	Konflikterkennung.....	112
6.1.3	Maßnahmengenerierung und -anpassung .....	113
6.1.4	Planungsmodul.....	114
6.1.5	Planbewertung .....	114
6.1.6	Planverwaltung / Konsultation .....	115
6.1.7	Fallbasis .....	115
6.1.7.1	Initiale Speicherung von Fällen in der Fallbasis.....	116
6.1.7.2	Nutzung von Fallbasiswissen: Anwendung.....	117
6.1.7.3	Nutzung von Fallbasiswissen: Bewertung.....	118
6.1.8	Schnittstellen .....	119
6.1.9	Initiale und permanente Wissensakquisition .....	119
6.1.10	Fallbasispflege.....	120
6.2	WISSENSREPRÄSENTATION .....	120
6.2.1	Globale Situation .....	120
6.2.2	Lokale Situation.....	121
6.2.2.1	Aktuelle Situation.....	122
6.2.2.2	Aktuelles Konfliktojekt .....	122
6.2.2.3	Aktuelles Planungsobjekt .....	123
6.2.2.4	Aktueller Plan .....	126
6.2.3	Ähnlichkeitsfunktionen .....	127
6.2.3.1	Lokale Ähnlichkeitsfunktionen.....	127
6.2.3.2	Globale Ähnlichkeitsfunktionen .....	127
6.2.4	Fall .....	127
6.2.5	Maßnahme .....	129
6.2.5.1	Maßnahmen zur Auftrags- und Arbeitsfolgeterminierung .....	130
6.2.5.2	Maßnahmen zur Veränderung der Auslastung einer Maschine.....	131
6.2.5.3	Maßnahmen zur Veränderung des Kapazitätsangebots einer Maschine .....	132

<b>7</b>	<b>ANWENDUNG</b>	<b>133</b>
7.1	EINSATZSZENARIEN	133
7.2	DER CASE BASED SCHEDULING ASSISTANT (CSA) ALS ERWEITERUNGSMODUL FÜR EIN ERP-SYSTEM	133
7.2.1	Fertigungsaufträge	134
7.2.2	Disposition und Terminierung von Fertigungsaufträgen	135
7.2.3	Arbeitsplätze und Schichtpläne	137
7.2.4	Vorgehensweise zur fallbasierten Umplanung mit CSA	137
7.2.4.1	Import von Arbeitsplatz-, Schichtplan- und Fertigungsauftragsdaten in CSA	138
7.2.4.2	Einplanung von Fertigungsaufträgen	141
7.2.4.3	Konfliktanalyse und Planbewertung	143
7.2.4.4	Umplanung	144
7.2.4.5	Aktualisierung der Fallbasis	145
7.2.4.6	Export von Fertigungsaufträgen aus CSA und Import ins ERP-System	146
7.2.4.7	Simulation von Störungen	146
7.3	EINPLANUNG AUF ALTERNATIVMASCHINEN	147
7.3.1	Versuchsaufbau	147
7.3.2	Regelbasierte Einplanung	148
7.3.3	Fallbasierte Einplanung	149
7.3.4	Testinstanzen und Testläufe	152
7.3.5	Ergebnisse	155
7.3.5.1	Durchschnittliche Anzahl verspäteter Arbeitsvorgänge	155
7.3.5.2	Durchschnittliche Anzahl der Störungen	159
7.4	KONFLIKTBEHEBUNG	161
7.4.1	Versuchsaufbau	161
7.4.2	Regelbasierte Konfliktbehebung	165
7.4.3	Fallbasierte Konfliktbehebung	166
7.4.4	Testinstanzen und Testläufe	171
7.4.5	Ergebnisse bei exponentialverteilten Störungsdauern	172
7.4.5.1	Durchschnittliche Anzahl verspäteter Arbeitsvorgänge	172
7.4.5.2	Durchschnittliche Anzahl verspäteter Aufträge	172
7.4.5.3	Durchschnittliche Verspätung der Arbeitsvorgänge	173
7.4.6	Ergebnisse bei dreiecksverteilten Störungsdauern	173
7.4.6.1	Durchschnittliche Anzahl verspäteter Arbeitsvorgänge	173
7.4.6.2	Durchschnittliche Anzahl verspäteter Aufträge	173
7.4.6.3	Durchschnittliche Verspätung der Arbeitsvorgänge	174
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>176</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>179</b>

<b>ANHANG A: INTERAKTIVE KONFLIKTBEHEBUNG MIT CSA .....</b>	<b>194</b>
<b>ANHANG B: SYNTAX DER FALLBESCHREIBUNGSSPRACHE .....</b>	<b>199</b>
<b>ANHANG C: ERGEBNISSE DER SIMULATIONSLÄUFE .....</b>	<b>202</b>
C.1 EINPLANUNG AUF ALTERNATIVMASCHINEN .....	202
C.1.1 Durchschnittliche Anzahl verspäteter Arbeitsvorgänge .....	202
C.1.2 Durchschnittliche Anzahl Störungen .....	203
C.2 KONFLIKTBEHEBUNG: ERGEBNISSE BEI EXPONENTIALVERTEILTEN STÖRUNGSDAUERN .....	205
C.2.1 Durchschnittliche Anzahl verspäteter Arbeitsvorgänge .....	205
C.2.2 Durchschnittliche Anzahl verspäteter Aufträge .....	206
C.2.3 Durchschnittliche Verspätung der Arbeitsvorgänge.....	207
C.3 KONFLIKTBEHEBUNG: ERGEBNISSE BEI DREIECKSVORTEILTEN STÖRUNGSDAUERN.....	209
C.3.1 Durchschnittliche Anzahl verspäteter Arbeitsvorgänge .....	209
C.3.2 Durchschnittliche Anzahl verspäteter Aufträge .....	210
C.3.3 Durchschnittliche Verspätung der Arbeitsvorgänge.....	211
<b>ANHANG D: BASIS-TESTPROBLEM FÜR 6 MASCHINEN .....</b>	<b>213</b>