

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
Definitionsverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XV
Symbolverzeichnis	XIX
1. Einleitung	1
2. Das Problem der Konzeption einer Methode zur Erstellung von Fertigungssteuerungsverfahren aus Bausteinen	4
2.1. Begriffsklärung	4
2.1.1 Fertigungssteuerungsverfahren	4
2.1.2 Methode und Baustein	11
2.2. Anforderungen an die Lösungen der Teilprobleme	14
2.2.1 Anforderungen an den Bausteinansatz	14
2.2.2 Anforderungen an das Vorgehensmodell	20
3. Stand der Technik	27
3.1. Existierende Arbeiten zum Bausteinansatz	27
3.2. Existierende Arbeiten zum Vorgehensmodell	44
3.2.1 Arbeiten zur Aktivitätenidentifikation	45
3.2.2 Arbeiten zum Ablauf	46
3.2.3 Arbeiten zur Steuerung	49

3.2.4	Arbeiten zur Aktivitätenbeschreibung	51
3.2.4.1	Problemanalyse	52
3.2.4.2	Suchen	55
3.2.4.3	Lösungsspezifikation/Dekomposition	63
3.2.4.4	Anpassen	66
3.2.4.5	Integration	66
3.2.4.6	Evaluation	66
4.	Zu leistende Arbeiten	68
4.1.	Arbeiten zum Bausteinansatz	68
4.2.	Arbeiten zum Vorgehensmodell	69
5.	Konzeption eines Vorgehensmodells zur Erstellung von Fertigungssteuerungsverfahren aus Bausteinen	70
5.1.	Aktivitätenidentifikation	74
5.2.	Ablauf	75
5.3.	Steuerung	79
5.4.	Aktivitätenbeschreibung	83
5.4.1	Problemanalyse	83
5.4.1.1	Mögliche Eigenschaften des Problems	84
5.4.1.2	Ablauf bei der Problemanalyse	101
5.4.1.3	Prozeßmodellkommentierung (Prozeßanalyse I)	102
5.4.1.4	Prozeßmodellreduktion (Prozeßanalyse II)	106
5.4.1.5	Ziel- und Umsystemanalyse	110
5.4.2	Suchen wiederverwendbarer Verfahren	112
5.4.2.1	Ablauf beim Suchen	112
5.4.2.2	Suchalgorithmus für wiederverwendbare Verfahren ...	113
5.4.2.3	Abschließendes Aussuchen des Verfahrens	127

5.4.3	Lösungsspezifikation/Dekomposition	131
5.4.3.1	Mögliche Eigenschaften der Lösung	131
5.4.3.2	Ablauf bei der Lösungsspezifikation/Dekomposition . .	141
5.4.3.3	Durchführung von Vorüberlegungen	142
5.4.3.4	Skizzierung der Mechanismen	158
5.4.3.5	Ableitung des notwendigen globalen Ablaufs	162
5.4.3.6	Dekomposition der Mechanismen	166
5.4.4	Anpassen der Verfahren	169
5.4.4.1	Ablauf beim Anpassen	169
5.4.4.2	Differenzumsetzung	170
5.4.5	Integrieren der Teilbausteine und des Verfahrens.	176
5.4.5.1	Ablauf beim Integrieren	176
5.4.5.2	Teilbausteinintegration	177
5.4.5.3	Prädikatsumsetzung und Allokation	178
5.4.6	Evaluiere des Verfahrens.	180
5.4.6.1	Ablauf beim Evaluiere	180
5.4.6.2	Evaluation der Managererstellung	181
5.4.6.3	Evaluation des spezifizierten Gesamtverfahrens	183
6.	Zusammenfassung und Ausblick.	185
7.	Literatur.	191

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Fertigungsplanung und -steuerung, vgl. [War93], S. 274.....	4
Abb. 2:	Fertigungssteuerung, Fertigungssteuerungssystem und -funktion.....	6
Abb. 3:	Die Fertigungssteuerungsfunktionalität als Inkonsistenzausgleich	7
Abb. 4:	Steuern, Planen und Überwachen als Inkonsistenzausgleich	8
Abb. 5:	MFST-Modell einer flexiblen Fertigungszelle, vgl. [DF95a], S. 32	10
Abb. 6:	Bausteine auf unterschiedlicher Granularitätsstufe	16
Abb. 7:	Rahmen- und Teilbausteine	17
Abb. 8:	Kanonische Bausteinidentifikation bei der Objektorientierung.....	28
Abb. 9:	Beispiel für den Sachbearbeiter-Ansatz bei Denert.....	29
Abb. 10:	Bausteine bei Uniline, vgl. [Mei89], S. 114.	33
Abb. 11:	Bausteine bei Simple, vgl. [Dan95], S. 65.....	34
Abb. 12:	Inkonsistenzausgleich durch Verhandeln im MFST (1).....	36
Abb. 13:	Inkonsistenzausgleich durch Verhandeln im MFST (2).....	37
Abb. 14:	Ebenenweises Abarbeiten der Funktionalität.....	38
Abb. 15:	Verschiedene MFST-Bausteine lokaler Funktionalität (Ebene 3).....	39
Abb. 16:	Visuelles Programmieren der MFST-Manager in IADs.....	41
Abb. 17:	Rahmenbausteine im MFST	42
Abb. 18:	Wasserfallmodell der Software-Entwicklung, vgl. [HMF92], S. 34	46
Abb. 19:	V-Modell, vgl. [BD93], S. 24.	47
Abb. 20:	Skizze des Vorgehens bei der Konstruktion, vgl. [GK95], S. 103	48
Abb. 21:	Strategischer Steuerungsraum nach Zülch, vgl. [Zül89], S. 61	63
Abb. 22:	Implizite Dekomposition durch einen vorgegebenen Bausteinansatz	65
Abb. 23:	Verbleibende, zu lösende Aufgaben im Überblick	68

Abb. 24:	Vom Modell und den Zielen zur konstruierten Fertigungssteuerung	70
Abb. 25:	<i>Technische Konfiguration bei Beispiel 1</i>	71
Abb. 26:	<i>Realisierte Fertigungssteuerung bei Beispiel 1</i>	72
Abb. 27:	<i>MFST-Prozeßmodell bei Beispiel 2</i>	72
Abb. 28:	Ablaufmodell der Konstruktion, horizontale Sicht	76
Abb. 29:	Ablaufmodell der Konstruktion, vertikale Sicht	77
Abb. 30:	Varianten wiederverwendungsorientierter Software-Entwicklung	78
Abb. 31:	Evolutionswürfel iterativer Softwarekonstruktion	79
Abb. 32:	Verschiedene Vorgehensweisen beim Evolutionswürfel	80
Abb. 33:	Beispiele für Strukturprototypen bei existierenden Verfahren	85
Abb. 34:	Makrostrukturen von Fertigungsprozessen I	87
Abb. 35:	Makrostrukturen von Fertigungsprozessen II	87
Abb. 36:	Konkurrierende, komplementäre und alternative Kanten	90
Abb. 37:	Typische Restriktionen bei Verfahren	91
Abb. 38:	Reihenfolgeveränderung bei Beständen größer 1	92
Abb. 39:	Abweichung von Eintritt und Austritt bei Beständen von 1	92
Abb. 40:	Inputs, Outputs, Vorgänge und Vorgangsdauern	93
Abb. 41:	Beispiele für Kommentierte Prototypen bei existierenden Verfahren	96
Abb. 42:	<i>Lösungsrelevante Prozeßangaben bei Beispiel 2</i>	97
Abb. 43:	Ablaufmodell der Problemanalyse	101
Abb. 44:	Sukzessive Zerlegung der Kantenmengen	103
Abb. 45:	<i>Kommentiertes Modell bei Beispiel 1</i>	104
Abb. 46:	<i>Kommentiertes Modell bei Beispiel 2</i>	105
Abb. 47:	Prototypenbildung bei Stücklisten	106
Abb. 48:	<i>Prototypenbildung bei Beispiel 1</i>	107

Abb. 49: Prototypenbildung bei Beispiel 2.....	108
Abb. 50: Der Problemdeskriptor der Problemanalyse als Ausgangspunkt.....	111
Abb. 51: Ablaufmodell für das Suchen i.w.S.	112
Abb. 52: Indirektes Suchen von Verfahren über ihre Problemdeskriptoren.....	114
Abb. 53: Isomorphie von Prozeßprototypen.....	116
Abb. 54: Aufwandsbestimmung mit Hilfe des Zielhierarchiebaums.....	124
Abb. 55: Lokales Entscheiden bei MRP.....	134
Abb. 56: Entferntes Entscheiden bei NPT (späteste Anfangstermine).....	135
Abb. 57: Evaluatives Entscheiden beim Kontrakt-Netzwerk.....	136
Abb. 58: Iteratives Entscheiden bei der Netzplanberechnung.....	137
Abb. 59: Verschiedene Prozeß- und Auftragsweiten von Entscheidungen.....	139
Abb. 60: Ablaufmodell der Lösungsspezifikation.....	141
Abb. 61: Prozeßfreiheiten und initiale Interaktionen bei Beispiel 1.....	142
Abb. 62: Entferntes und simulatives Entscheiden beim Kürzesten-Wege-Problem	146
Abb. 63: Gründe für entferntes Entscheiden bei Beispiel 1.....	146
Abb. 64: Entferntes Entscheiden bei OPT.....	148
Abb. 65: Entferntes Entscheiden bei der Interaktionsregel.....	149
Abb. 66: Evaluatives Entscheiden bei Beispiel 1.....	150
Abb. 67: Probeweise Einplanung bei BOA.....	151
Abb. 68: Erkennen von Iterationsmöglichkeiten bei der Stepping-Stone-Methode	152
Abb. 69: Notwendige Prozeßweite bei Beispiel 1.....	159
Abb. 70: IAS bei Beispiel 1.....	160
Abb. 71: Dimensionen des Prozeßwürfels und globaler Ablauf bei MRP.....	162
Abb. 72: Globaler Ablauf bei MRP.....	163
Abb. 73: Globaler Ablauf beim Kürzesten-Wege-Problem.....	164

Abb. 74: Globaler Ablauf bei Petri-Netzen.....	164
Abb. 75: <i>Funktionalität für drei Manager als IAD bei Beispiel 1</i>	167
Abb. 76: Ablaufmodell für das Anpassen	169
Abb. 77: Vorgehen bei der Differenzumsetzung.....	170
Abb. 78: Zusammenhänge zwischen Problem- und Verfahrensänderungen	171
Abb. 79: <i>Notwendige Anpassung bei Beispiel 2</i>	173
Abb. 80: <i>Realisierte Anpassung bei Beispiel 2</i>	174
Abb. 81: Ablaufmodell für die Integration.....	176
Abb. 82: Integration eines Knotenbausteins in einen Manager.....	177
Abb. 83: <i>Mehrere Lieferanten-, Kundenports bei Beispiel 1</i>	179
Abb. 84: Ablaufmodell für die Evaluation.....	180
Abb. 85: Komponenten der Ablaufregeln	182
Abb. 86: Evaluation der Protokollkompatibilität von Managern.....	182
Abb. 87: Evaluation der Allokation	183
Abb. 88: Erarbeitete Lösungen im Überblick	187
Abb. 89: Die erarbeitete Methode als Bindeglied	189

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: MFST-Konzepte, vgl. [DFH+94], S. 167	9
Tabelle 2: Anforderungen an den Bausteinansatz.....	19
Tabelle 3: Zusammenhänge zwischen Problem, Erfahrung und Vorgehen.....	23
Tabelle 4: Anforderungen an das Vorgehensmodell.....	25
Tabelle 5: Bausteine bei Orvan.....	32
Tabelle 6: Nachrichten im MFST	36
Tabelle 7: Bausteine beim MFST	40
Tabelle 8: Evaluation von Arbeiten zum Bausteinansatz	43
Tabelle 9: Teilaktivitäten der Konstruktion nach Kang, Basili	45
Tabelle 10: Evaluation zu Aktivitätenidentifikation, Ablauf/Steuerung	50
Tabelle 11: Konstruktionsproblematik bei den 4 Ebenen des MFSTs	51
Tabelle 12: Eigenschaften von Fertigungsunternehmen nach Schomburg.....	53
Tabelle 13: Eigenschaften von Schedulingproblemen nach Brucker	54
Tabelle 14: Klassifikation von Steuerungs- und Planungsverfahren nach Zülch.....	64
Tabelle 15: Evaluation von Arbeiten zur Aktivitätenbeschreibung.....	67
Tabelle 16: Aktivitätenidentifikation.....	74
Tabelle 17: Relationen zwischen Input-Komponenten.....	93
Tabelle 18: Relationen zwischen Input-Komponenten und Vorgängen.....	95
Tabelle 19: Problemdeskriptor.....	99
Tabelle 20: <i>Problemdeskriptor bei Beispiel 2</i>	113
Tabelle 21: <i>Gesamtaufwandsmaß bei Beispiel 2</i>	119
Tabelle 22: <i>Aufwandsmaß für Knoteneigenschaften bei Beispiel 2</i>	121
Tabelle 23: <i>Aufwandsmaß für Kanteneigenschaften bei Beispiel 2</i>	122

Tabelle 24: <i>Aufwandsmaß für Makrostrukturen bei Beispiel 2</i>	123
Tabelle 25: <i>Aufwandsmaß für Ziele bei Beispiel 2</i>	126
Tabelle 26: <i>Differenzen beim Beispiel 2</i>	127
Tabelle 27: <i>Metamechanismen im MFST</i>	133
Tabelle 28: <i>Problemdeskriptor und Metamechanismen</i>	144
Tabelle 29: <i>Metamechanismen und existierende Verfahren</i>	153
Tabelle 30: <i>Prozeßweiten, Komplexität und Laufzeit</i>	155
Tabelle 31: <i>„+/-“-Graph für die lokalen Teilentscheidungen bei Beispiel 1</i>	157

Definitionsverzeichnis

Def. 1:	Fertigungssteuerung.....	5
Def. 2:	Fertigungssteuerungssystem	5
Def. 3:	Fertigungssteuerungsfunktionalität, Fertigungssteuerungsverfahren	6
Def. 4:	Vorgehensmodell	11
Def. 5:	Methode	11
Def. 6:	Baustein.....	12
Def. 7:	Bausteinansatz.....	12
Def. 8:	Konstruktion	12
Def. 9:	Konstruktionsmethode	13
Def. 10:	Strukturprototyp.....	85
Def. 11:	Typisierter Prototyp	86
Def. 12:	Komplementäre Kanten („![X]“).....	89
Def. 13:	Konkurrierende Kanten („?[K]“).....	89
Def. 14:	Alternative Kanten bei Vorgangsknoten („![A]“).....	90
Def. 15:	Vorhandene Restriktionen („![R]“).....	91
Def. 16:	Bestände größer als 1 („?[RF/M/Z]“)	92
Def. 17:	Bestand von 1 „?[Z]“	92
Def. 18:	Mehrfache Input-Input-/Output-Output-Zuordnungen („?[II]“).....	94
Def. 19:	Input-Input-/Output-Output-Abhängigkeiten („![I-I]“)	94
Def. 20:	Mehrfache Input-/Output-Vorgangszuordnungen („?[IV]“).....	95
Def. 21:	Kommentierter Prototyp	96
Def. 22:	Kommentiertes Fertigungsprozeßmodell.....	102
Def. 23:	Typisomorphie	116

Def. 24:	Relatives, normiertes Aufwandsmaß.....	117
Def. 25:	Relatives, normiertes Aufwandsmaß für Problemdeskriptoren	118
Def. 26:	Relatives, normiertes Aufwandsmaß für Knotenmengen.....	120
Def. 27:	Relatives, normiertes Aufwandsmaß für Kantenmengen.....	122
Def. 28:	Relatives, normiertes Aufwandsmaß für Makrostrukturen	123
Def. 29:	Relatives, normiertes Aufwandsmaß für Ziele.....	125
Def. 30:	Änderungsaufwandsmaß basierend auf einer Anpassungsskizze	128
Def. 31:	Innovationsmaß	129
Def. 32:	Komplexitätsmaß.....	130
Def. 33:	Innovations-Komplexitäts-Relation	130
Def. 34:	Entscheidungsvolumen, Prozeßvariabilität	131
Def. 35:	Steuerungs- und Planungsstrategie.....	132
Def. 36:	MFST-basierte Steuerungs- und Planungsstrategie	132
Def. 37:	Entscheidungsmetamechanismus	132
Def. 38:	Metamechanismus „Lokales, unmittelbares, endgültiges Entscheiden“ ...	134
Def. 39:	Metamechanismus „Verteiltes / enferntes Entscheiden“.....	135
Def. 40:	Metamechanismus „Evaluatives Entscheiden“	136
Def. 41:	Metamechanismus „Entscheiden durch iteratives Verbessern“	137
Def. 42:	Entscheidungsprozeßweite	140
Def. 43:	Entscheidungsauftragsweite	140
Def. 44:	Konstruktionsaufwandsmaß basierend auf einer Lösungsskizze	161
Def. 45:	Spezifikationsbegründung (Design Rationale).....	171
Def. 46:	Allokationsvorschrift.....	178
Def. 47:	Vollständigkeit und Überschneidungsfreiheit der Ablaufregeln.....	181
Def. 48:	Statische Protokollkompatibilität	182
Def. 49:	Vollständigkeit und Überschneidungsfreiheit der Allokation	183