

Inhaltsverzeichnis

1. Stand und Entwicklungstendenzen der flexiblen Fertigung	12
1.1. Einleitung	12
1.2. Ökonomische und soziale Aspekte flexibler Fertigungen	13
1.3. Tendenzen der systemgerechten Gestaltung der Elemente flexibler Fertigungen	13
1.4. Tendenzen der Gestaltung flexibler Fertigungen	29
1.5. Qualitätssicherung in der flexiblen Fertigung	34
2. Fertigungssteuerungsprozeß	36
2.1. Wechselbeziehungen zwischen Fertigungs- und Fertigungssteuerungsprozeß	36
2.2. Formalisierung des Fertigungs- und Fertigungssteuerungsprozesses	37
2.3. Präzisierung der Aufgabenstellung für die Fertigungssteuerung	39
2.4. Zielkriterien der Fertigungssteuerung	43
2.5. Betriebliche Produktionsplanung	44
2.6. Grenzen der und Anforderungen an die klassische Vorgehensweise der Fertigungssteuerung	49
2.7. Hierarchiestruktur des Fertigungssteuerungsprozesses	52
3. Fertigungsplanung – 1. Ebene der Fertigungssteuerung	56
3.1. Notwendigkeit der Erweiterung der Fertigungssteuerung um planende Funktionen	56
3.2. Grundfunktionen der Fertigungsplanung	58
3.3. Ermittlung der optimalen Einschleusreihenfolge	59
3.4. Ressourcenoptimierung und simultane Durchlaufplanung	64
3.5. Arbeitsplatzgruppen-Belegungsplanung	66
3.6. Arbeitsplatzbelegungssimulation	67
4. Fertigungsdisposition – 2. Ebene der Fertigungssteuerung	68
4.1. Charakteristik der Ebene Fertigungsdisposition	68
4.2. Funktionskomplexe der Ebene Fertigungsdisposition	74
4.2.1. Allgemeine Übersicht	74
4.2.2. Systemelemente der Fertigungsdisposition	76
4.2.3. Funktionskomplex Bearbeitungsdisposition	79
4.2.4. Funktionskomplex Disposition von Steuerdaten zur Arbeitsplatzsteuerung	85
4.2.5. Funktionskomplex Disposition der Transport- und Lagerprozesse	87
4.2.6. Funktionskomplexe zur Disposition der Prozeßvoraussetzungen	90

5.	Steuerung und Überwachung technischer Abläufe – 3. Ebene der Fertigungssteuerung	92
5.1.	Charakteristik der Steuerung und Überwachung technischer Abläufe	92
5.2.	Technische Systeme und Funktionen der Ebene Steuerung und Überwachung technischer Abläufe	94
5.2.1.	Technische Systeme für Arbeitsplätze mit manueller Bedienung	94
5.2.2.	Steuerungen für automatisierte Arbeitsplätze	97
5.2.3.	Steuerungen für Transport- und Lagersysteme	103
6.	Modell- und Algorithmenbank der Fertigungssteuerung	106
6.1.	Wesen der Modell- und Algorithmenbank	106
6.2.	Graphentheoretische Grundlagen der Modell- und Algorithmenbank	114
6.2.1.	Graphentheoretische Grundbegriffe	114
6.2.2.	Gitterpunktgraph	119
6.2.3.	Algorithmen zur Berechnung von Graphen	121
6.2.4.	Begründung der Darstellung der Graphen als Vorgangknotengraphen	126
6.2.5.	Begriff der Überdeckung bei Wegen	130
6.2.6.	Überdeckungs-Gitterpunktgraph	133
6.2.7.	WEST-Graph	140
6.2.8.	Allgemeine Algorithmen der Dynamischen Optimierung	150
6.3.	Einschränkung der Lösungsmannigfaltigkeit von Reihenfolgeproblemen durch Elimination von theoretisch möglichen, aber technologisch unmöglich durchführbaren Reihenfolgen	154
6.3.1.	Problemdarstellung	154
6.3.2.	Notwendige und hinreichende Bedingungen für die Existenz technologisch nicht durchführbarer Fertigungsprogramme	155
6.3.3.	Algorithmus zur Elimination technologisch nicht durchführbarer Fertigungsprogramme	157
6.4.	Algorithmen zur Teilebedarfsermittlung mittels Gozinto-Graph als Vorstufe zur graphentheoretischen Aufbereitung technologischer Primärdaten	165
6.5.	Simulation auf der Basis von Gitterpunktgraphen	173
6.5.1.	Allgemeines	173
6.5.2.	Stanek-Verfahren auf der Basis von Gitterpunktgraphen	177
6.5.3.	Verfahren zur Erzeugung einer suboptimalen Struktur des Gitterpunktgraphen	186
6.5.4.	Versuchplanorientierte Simulationslösung	188
6.5.4.1.	Grundgedanken des Verfahrens	188
6.5.4.2.	Mathematisch-statistische Voraussetzungen	190
6.5.4.3.	Lösungsalgorithmus	193
6.5.4.4.	Beispiele	195
6.6.	Simulation auf der Basis von Überdeckungs-Gitterpunktgraphen	204
6.7.	Lückenfülleralgorithmus für Fertigungsstraßen	213
6.7.1.	Lösungsprinzip	213
6.7.2.	Erläuterung des Algorithmus am Pseudocode	215
6.7.3.	Rechenbeispiel	217

6.8.	Ressourcenoptimierung und simultane Durchlaufplanung	221
6.9.	Verfahren zur Bestimmung der optimalen Arbeitsplatzbelegung für Gitterpunktgraphen auf der Basis der Dynamischen Optimierung	229
6.9.1.	Applikation der Dynamischen Optimierung auf Fertigungssteuerungslösungen	229
6.9.2.	Beschreibung des Lösungsalgorithmus für lückenlose Gitterpunktgraphen	231
6.9.3.	Beschreibung des Lösungsalgorithmus für Gitterpunktgraphen mit mindestens einer Fehlstelle	244
6.10.	Nutzung der WEST-Graphen zur Verkürzung der Durchlaufzeiten	248
6.11.	Arbeitsplatzgruppen-Belegungsplanung mittels Prioritätsregeln	255
6.11.1.	Allgemeines	255
6.11.2.	Charakterisierung ausgewählter Prioritätsregeln	256
6.11.3.	Nutzung der Prioritätsregeln zur Arbeitsplatzgruppen-Belegungsplanung	258
6.11.3.1.	Grundsätzliche Bemerkungen	258
6.11.3.2.	Algorithmus	258
6.11.4.	Pseudocode für Arbeitsplatzgruppen-Belegungsplanung mittels Prioritätsregeln	260
6.11.5.	Eine Beispielrechnung	264
6.12.	Automatisierte Konstruktion des speziellen Modells eines Fertigungsabschnittes	273
6.12.1.	Ziel der automatisierten Konstruktion	273
6.12.2.	Algorithmus	273
6.12.2.1.	Aufbereitung der Daten	274
6.12.2.2.	Spezielles Branch-and-Bound-Verfahren	274
6.12.2.3.	Bestimmung der Gesamtanzahl von Überdeckungen	276
6.12.3.	Beispiele	277
6.12.4.	Anwendungsfeld des Algorithmus	282
6.13.	Verschiedene Näherungsverfahren zur Bestimmung optimaler Reihenfolgen in flexiblen Fertigungssystemen	284
6.13.1.	Der Johnson-Algorithmus	284
6.13.1.1.	Lösungsprinzip	284
6.13.1.2.	Rechenbeispiele	285
6.13.2.	Verkürzte Zurechnungstechnik auf der Basis der Dynamischen Optimierung, gekoppelt mit Branch and Bound	286
6.13.2.1.	Lösungsprinzip	286
6.13.2.2.	Beschreibung des Verfahrens am Pseudocode	287
6.13.2.3.	Beispielrechnung	291
6.14.	Verfahren zur Bestimmung der optimalen Arbeitsplatzbelegung für Gitterpunktgraphen mittels Zurechnungstechnik auf der Basis der Dynamischen Optimierung, gekoppelt mit Branch and Bound	294
6.14.1.	Grundgedanke des Verfahrens	295
6.14.2.	Praktische Handhabung des Verfahrens	297
6.14.3.	Beschreibung des Verfahrens am Beispiel	298
6.15.	Das Modell der Fertigungsdisposition als diskreter Automat	302
6.15.1.	Automatenbegriff	302
6.15.2.	Lösungsverfahren der Fertigungsdisposition	304
6.15.3.	Ein Algorithmus zur Bestimmung der Bearbeitungsfolge	305
6.15.3.1.	Beschreibung des Basismodells	305

6.15.3.2.	Algorithmen zur Erstellung und Modifizierung der Belegungsfolgen	308
6.15.3.2.1.	Klassifizierung der Arbeitsplatzgruppen und Fertigungsaufträge	308
6.15.3.2.2.	Disposition der Fertigungseinheiten-Arbeitsgänge (FE-AG)	309
6.15.3.2.3.	Modifizierung der arbeitsplatzbezogenen FE-AG-Folgen	313
7.	Dynamische Projektierung flexibler Fertigungssysteme	315
7.1.	Notwendigkeit der rechnergestützten Projektierung automatisierter Fertigungssysteme	315
7.2.	Prinzipablauf der dynamischen Projektierung integrierter automatisierter Fertigungen	315
7.3.	Rechentechische Realisierung des Modellsystems der Operationsforschung MAOSIM	320
7.4.	Eingangsgrößen des Modellsystems der Operationsforschung MAOSIM	324
7.5.	Ergebnisgrößen des Modellsystems der Operationsforschung MAOSIM	326
7.6.	Angebotserstellung für flexible Fertigungssysteme	330
8.	Modellsysteme und Programmsysteme der Fertigungssteuerung	334
8.1.	Modellsystem der Operationsforschung MAOPS zur Planung und Steuerung flexibler Fertigungssysteme	334
8.1.1.	Allgemeines	334
8.1.2.	Grundfunktionen von MAOPS	337
8.1.3.	Kurzcharakteristik und Abgrenzung von MAOPS zur Umwelt	340
8.1.3.1.	Programme zum Funktionskomplex MAOGUS	340
8.1.3.2.	Programme zum Funktionskomplex MAOESR	342
8.1.3.3.	Programme zum Funktionskomplex MAORO	343
8.1.3.4.	Programme zum Funktionskomplex MAOAPG	344
8.1.3.5.	Programme zum Funktionskomplex MAOAP	345
8.2.	Modulares Programmsystem der Fertigungssteuerung (MPS)	346
8.2.1.	Allgemeine Aufgabenstellung und Eigenschaften	346
8.2.2.	Fertigungsorganisatorische Konzeption des MPS	346
8.2.2.1.	Beschreibung des Bearbeitungssystems	346
8.2.2.1.1.	Voraussetzungen für die Bearbeitung	346
8.2.2.1.2.	Organisation zur Realisierung eines Arbeitsganges	347
8.2.2.1.3.	Arbeitsplatzorganisation	348
8.2.2.1.4.	Fertigungsauftragsdurchlauf	349
8.2.2.1.5.	Zeitregimes	349
8.2.2.2.	Beschreibung des Materialflußsystems	349
8.2.2.3.	Steuerdatenbereitstellung	350
8.2.3.	Funktionelle Struktur des MPS	350
8.2.3.1.	Strukturkonzept (Informationsfluß) des MPS	351
8.2.3.2.	Schnittstellenbeschreibung	353
8.2.4.	Datenstruktur des MPS	353
8.2.4.1.	Basisdateikonzept des MPS	354
8.2.4.2.	Datensatzaufbau und Zustandsaktualisierung des Identifikationsmodells	355
8.2.4.3.	Beschreibung der Steuerfolgen	356
8.2.5.	Rechentechische Konzeption des MPS	356
8.2.5.1.	Zentralsteuerung	356

8.2.5.2.	Dezentrale Steuertasks	357
8.2.5.3.	Programmierung und Implementierung	357
9.	Generierung und Applikation von rechnergestützten Fertigungssteuerungslösungen	358
9.1.	Wechselbeziehungen zwischen Projektierung und Generierung von Fertigungssteuerungssoftware	358
9.2.	Generierungsetappen konfigurierbarer Fertigungssteuerungssoftware für flexible Fertigungssysteme	359
9.3.	Kriterien zur Beurteilung der Güte und des Leistungsvermögens von Simulationsmodellen für die Applikation und Generierung von Fertigungssteuerungssoftware	368
10.	Literaturverzeichnis	376
11.	Sachwörterverzeichnis	385