

Martin Steinrücke

Termin-, Kapazitäts- und Materialflussplanung bei auftragsorientierter Werkstattfertigung



Deutscher Universitäts-Verlag

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-------|
| Abbildungsverzeichnis | XIII |
| Tabellenverzeichnis | XVII |
| Beispielverzeichnis | XXI |
| Symbolverzeichnis | XXIII |
| | |
| 1 Einleitung | 1 |
| | |
| 2 Grundlagen der Termin- und Kapazitätsplanung | 7 |
| 2.1 Einordnung der Termin- und Kapazitätsplanung in die Produktionsplanung | 7 |
| 2.2 Zielsetzungen der Termin- und Kapazitätsplanung | 9 |
| 2.3 Maßnahmen der Termin- und Kapazitätsplanung | 12 |
| | |
| 3 Entscheidungsmodelle der Termin- und Kapazitätsplanung bei auftragsorientierter Werkstattfertigung | 17 |
| 3.1 Grundlagen | 17 |
| 3.2 Zeitbezogene Entscheidungsmodelle | 20 |
| 3.2.1 Keine Berücksichtigung von (nicht) erneuerbaren Ressourcen | 20 |
| 3.2.2 Berücksichtigung von (nicht) erneuerbaren Ressourcen | 22 |
| 3.2.2.1 Allgemeine Eigenschaften und Systematik der Entscheidungsmodelle | 22 |
| 3.2.2.2 Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSp) | 24 |
| 3.2.2.3 Resource-Constrained Project Scheduling Problem with Generalized Precedence Relations (RCPSp-GPR) | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.2.2.4 Multi-Mode Resource-Constrained Project Scheduling Problem (MRCPSP) | 28 |
| 3.2.2.5 Multi-Mode Resource-Constrained Project Scheduling Problem with Generalized Precedence Relations (MRCPSP-GPR) | 29 |
| 3.3 Reihenfolge- und positionsbezogene Entscheidungsmodelle | 30 |
| 3.3.1 Entscheidungsmodelle mit allgemeinen Reihenfolgevariablen | 30 |
| 3.3.2 Entscheidungsmodelle mit direkten Reihenfolgevariablen | 31 |
| 3.3.3 Entscheidungsmodelle mit Positionsvariablen | 31 |
| 3.3.4 Verallgemeinertes Job-Shop-Problem | 32 |
| 3.4 Modellierung von ausgewählten Entscheidungsmodellen | 34 |
| 3.4.1 Vorbemerkungen | 34 |
| 3.4.2 Zeitbezogene Entscheidungsmodelle | 36 |
| 3.4.2.1 Entscheidungsmodell nach BOWMAN | 39 |
| 3.4.2.2 Modifiziertes Entscheidungsmodell in Anlehnung an das MRCPSP-GPR | 41 |
| 3.4.3 Reihenfolge- und positionsbezogene Entscheidungsmodelle | 45 |
| 3.4.3.1 Übersicht der Bezeichnungen | 45 |
| 3.4.3.2 Entscheidungsmodell nach MANNE | 49 |
| 3.4.3.3 Entscheidungsmodell nach WAGNER | 50 |
| 3.4.3.4 Entscheidungsmodell nach SEELBACH | 52 |
| 3.4.3.5 Entscheidungsmodell nach LATZ | 53 |
| 3.4.3.6 Entscheidungsmodell zum verallgemeinerten Job-Shop-Problem mit heterogenen parallelen Maschinen | 55 |

| | |
|--|----|
| 3.5 Diskussion der Entscheidungsmodelle | 60 |
| 3.5.1 Eigenschaften der Entscheidungsmodelle | 60 |
| 3.5.1.1 Zeitbezogene Entscheidungsmodelle | 61 |
| 3.5.1.2 Reihenfolge- und positionsbezogene Entscheidungsmodelle | 68 |
| 3.5.2 Würdigung der Entscheidungsmodelle | 72 |
| 3.5.2.1 Zeitbezogene Entscheidungsmodelle | 72 |
| 3.5.2.2 Reihenfolge- und positionsbezogene Entscheidungsmodelle | 74 |
| 4 Entwicklung eines multimodularen Entscheidungsmodells zur Termin-, Kapazitäts- und Materialflußplanung bei auftragsorientierter Werkstattfertigung | 77 |
| 4.1 Zielsetzung und Aufbau | 77 |
| 4.2 Zum Auftragsbegriff | 81 |
| 4.2.1 Dimensionen des Auftragsbegriffs | 81 |
| 4.2.2 Auftragsbegriffe in der Literatur | 82 |
| 4.2.3 Auftragsbegriff im multimodularen Entscheidungsmodell | 84 |
| 4.2.4 Zusammenhang zwischen Auftragsbegriff und Restriktionensystem des multimodularen Entscheidungsmodells | 85 |
| 4.3 Grobstruktur der Entscheidungssituation und Modellprämissen | 87 |
| 4.4 Auftragsbezogenes Restriktionensystem | 90 |
| 4.4.1 Übersicht der Restriktionenblöcke | 90 |
| 4.4.2 Terminierungsrestriktionen | 92 |
| 4.4.2.1 Eingrenzung des Restriktionensystems | 92 |
| 4.4.2.2 Terminierungsrestriktionen auf Werkstattebene | 95 |
| 4.4.2.3 Terminierungsrestriktionen auf Maschinenebene | 97 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.2.4 Zusammenhang zwischen Terminierungsrestriktionen auf Werkstatt- und auf Maschinenebene | 99 |
| 4.4.3 Produktionsmengenrestriktionen | 101 |
| 4.4.4 Materialflußrestriktionen | 102 |
| 4.4.5 Zeitstruktur- und Bedarfsicherungsrestriktionen | 104 |
| 4.4.6 Logische Schaltbedingungen, Nichtnegativitäts- und Ganzzahligkeitsbedingungen | 107 |
| 4.4.7 Das auftragsbezogene Restriktionensystem im Überblick | 110 |
| 4.5 Maschinenbezogenes Restriktionensystem | 123 |
| 4.5.1 Erneuerbare und nicht erneuerbare Maschinenkapazitäten | 123 |
| 4.5.2 Dispositionsorientierte Maschinenklassifikation | 123 |
| 4.5.3 Maschinentypspezifische Fragestellungen | 128 |
| 4.5.4 Ein-Auftrag-Maschinen mit reihenfolgeunabhängigen Rüstzeiten | 130 |
| 4.5.4.1 Nicht erneuerbare Maschinenkapazitäten | 131 |
| 4.5.4.2 Auftragsfolgebedingungen | 133 |
| 4.5.4.3 Erneuerbare Maschinenkapazitäten | 142 |
| 4.5.4.4 Anfangsknotenbedingungen | 142 |
| 4.5.5 Ein-Auftrag-Maschinen mit reihenfolgeabhängigen Rüstzeiten | 143 |
| 4.5.5.1 Grundlagen | 143 |
| 4.5.5.2 Auftragsfolgebedingungen ohne Berücksichtigung von Sperrintervallen | 145 |
| 4.5.5.3 Auftragsfolgebedingungen bei Vorliegen eines Sperrintervalls | 152 |
| 4.5.5.4 Statische Belegungszeitrestriktionen, Anfangsknotenbedingungen und erneuerbare Maschinenkapazitäten | 165 |

| | |
|--|-----|
| 4.5.6 Mehr-Auftrag-Maschinen | 167 |
| 4.5.6.1 Anfangsknotenbedingungen | 167 |
| 4.5.6.2 Nicht erneuerbare Maschinenkapazitäten | 167 |
| 4.5.6.3 Modellierung von Reihenfolgevariablen | 169 |
| 4.5.6.4 Vollständige Parallelisierung von Auftragsproduktionen der Mehr-Auftrag-Maschinen vom Typ 2 und 4 | 170 |
| 4.5.6.5 Zeitablaufbezogene Beschickungsbedingungen für Mehr-Auftrag-Maschinen vom Typ 1 und 2 | 171 |
| 4.5.6.6 Zeitablaufbezogene Beschickungsbedingungen für Mehr-Auftrag-Maschinen vom Typ 3 und 4 | 189 |
| 4.5.7 Das maschinenbezogene Restriktionensystem im Überblick | 198 |
| 4.6 Modellierung potentieller Zielsetzungen in der Termin-, Kapazitäts- und Materialflußplanung | 205 |
| 4.6.1 Zykluszeit und gewichtete Auftragsdurchlaufzeiten | 205 |
| 4.6.2 Zeitproportionale und ereignisbezogene Terminabweichungskosten | 207 |
| 4.6.3 Kapitalwertmaximierung | 213 |
| 4.6.4 Kapitalbindungskosten bei auftrags- und werkstattbezogenen Lagerkostensätzen | 216 |
| 4.6.5 Rüstkosten in der Auftrags- und Kapazitätsterminierung | 217 |
| 4.6.5.1 Rüstzeitproportionale Rüstkosten | 218 |
| 4.6.5.2 Reihenfolgeunabhängige Rüstkosten | 219 |
| 4.6.5.3 Reihenfolgeabhängige Rüstkosten | 219 |
| 4.6.5.3.1 Maschinen mit reihenfolgeabhängigen Rüstzeiten | 220 |
| 4.6.5.3.2 Maschinen mit reihenfolgeunabhängigen Rüstzeiten | 220 |
| 4.6.6 Materialflußkosten | 233 |

| | |
|--|-----|
| 4.7 Fallbeispiel: Bestimmung einer zulässigen Ausgangslösung für die Termin-, Kapazitäts- und Materialflußplanung bei komplexen Fertigungsstrukturen | 239 |
| 4.8 Berücksichtigung von offenen Produktionen | 251 |
| 4.9 Zusammenfassung | 258 |
| 5 Zusammenhang zwischen offenen und sich zeitlich überlappenden Produktionen | 263 |
| 5.1 Vorgehensweise | 263 |
| 5.2 Einzelne Beiträge in der Literatur | 263 |
| 5.3 Spezifizierung der Problemstellung | 265 |
| 5.4 Offene Fertigung bei vorhandenem Zwischenlagerraum | 268 |
| 5.4.1 Maximal zulässige Überlappungszeiten bei unterbrechungsfreier Produktion | 268 |
| 5.4.2 Einflußfaktoren von maximal zulässigen Überlappungszeiten und zeitliche Koordination des Materialflusses | 278 |
| 5.4.2.1 Zeitgrößen | 278 |
| 5.4.2.2 Mengengrößen | 283 |
| 5.5 Offene Fertigung bei fehlendem Zwischenlagerraum | 292 |
| 5.5.1 Grundlagen | 292 |
| 5.5.2 Transportplanung und Auftragsterminierung | 295 |
| 5.5.2.1 Zusammenhang zwischen Transporthäufigkeiten und maximal zulässigen Überlappungszeiten | 296 |
| 5.5.2.2 Zur Bedeutung von einsatzsynchrone Anlieferungen für maximal zulässige Überlappungszeiten | 299 |
| 5.6 Fazit | 301 |
| 6 Zusammenfassung und Ausblick | 303 |
| Literaturverzeichnis | 307 |