

**Inhalt**

Vorwort .....	III
Abbildungen .....	VII
Tabellen .....	IX
Definitionen .....	X
1. Einleitung .....	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit .....	3
1.2 Aufbau der Arbeit .....	6
2. Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung .....	8
2.1 Produktionsstrukturen in der industriellen Fertigung .....	8
2.1.1 Klassifizierungsmerkmale .....	9
2.1.2 Die auftragsorientierte Werkstattfertigung ....	12
2.2 Aufgabenstellung der Produktionsplanung und -steuerung .....	15
2.3 Auftragsterminierung, Kapazitätsterminierung und Maschinenbelegungsplanung .....	20
2.4 Globale Zielsetzungen der Termin- und Ablaufplanung .	33
2.4.1 Durchlaufzeitminimierung .....	34
2.4.1.1 Reaktionszeit .....	37
2.4.1.2 Kapitalbindung .....	38
2.4.2 Termineinhaltung .....	43
2.4.2.1 Terminunterschreitung versus Terminüberschreitung .....	45
2.4.2.2 Terminabweichung bei intern vorgegebenen Terminen .....	46
2.4.2.3 Nichteinhaltung extern vorgegebener Liefertermine .....	48
2.4.2.4 Auftragskategorien bezüglich der Termintreue	49
2.4.3 Nutzung von Produktionsmitteln .....	51
2.4.4 Zielinterdependenzen .....	56
3. Bisherige Kriterien und Bewertungsmodelle .....	59
3.1 Darstellung des Bewertungsproblems .....	59
3.2 Zielkriterien der Termin- und Ablaufplanung .....	63
3.3 Bewertungsmethoden und Aggregationsmodelle .....	65
3.4 Forderungen an die Entwicklung eines neuen Bewertungssystems .....	71

4.	Einführung in das Konzept der unscharfen Mengen .....	77
4.1	Motivation für den Einsatz unscharfer Mengen .....	77
4.2	Grundlagen der Theorie unscharfer Mengen .....	81
4.3	Der Aggregationsoperator .....	83
4.4	Zugehörigkeitsfunktionen .....	88
5.	Hierarchisches Konzept zur Beurteilung der Auftragsabwicklung .....	96
5.1	Grundlagen der Bewertung .....	96
5.1.1	Definition der Durchlaufzeit .....	96
5.1.2	Berechnung der minimalen Durchlaufzeit .....	99
5.2	Kriterien zur Beurteilung der Auftragsabwicklung ...	105
5.2.1	Durchlaufzeit .....	107
5.2.1.1	Reaktionszeit .....	108
5.2.1.2	Kapitalbindung .....	109
5.2.2	Termineinhaltung .....	113
5.2.3	Produktionsmittelnutzung .....	119
5.2.3.1	Höhe der Kapazitätsauslastung .....	121
5.2.3.2	Gleichmäßigkeit der Kapazitätsauslastung ...	126
5.2.3.3	Methoden des Kapazitätsabgleichs .....	128
5.2.3.3.1	Abgrenzung der Kapazitätsabgleichsmethoden	129
5.2.3.3.2	Allgemeine Aspekte bei der Beurteilung von Abgleichsmaßnahmen .....	136
5.2.3.3.3	Zeitliche Anpassungsmaßnahmen .....	138
5.2.3.3.4	Alternativbearbeitung .....	140
5.2.3.3.5	Fremdvergabe .....	148
5.2.4	Kontextabhängige Schwachstellen .....	153
5.2.5	Zusammenfassung der Kriterien zu einem hierarchischen Bewertungsschema .....	155
5.3	Bewertung im Planungsstadium .....	157
5.3.1	Zulässigkeit der Planung .....	157
5.3.2	Reihenfolgerestriktionen .....	163
5.3.3	Mindestübergangszeiten .....	167
5.3.4	Kapazitätsrestriktionen .....	171
5.4	Einbeziehung der Planungsbewertung zu einem Gesamturteil .....	176
5.5	Prämissen der Bewertung .....	180
5.6	Aussagekraft der Kennzahlen .....	182

6. Implementation des Bewertungssystems .....	185
6.1 Der Modellbetrieb .....	187
6.2 Generierung von Kundenaufträgen .....	189
6.3 Simulationsvorbereitungen .....	194
6.4 Die Planungs- und Steuerungsverfahren .....	197
6.5 Kriterien zur Bewertung der Auftragsabwicklung .....	200
6.6 Zusammenfassung der Simulation und der Bewertungsergebnisse .....	204
7. Diskussion des Gesamtkonzeptes .....	214
7.1 Flexibilität .....	214
7.2 Anwendungsmöglichkeiten .....	215
7.3 Ausblick .....	217
8. Zusammenfassung .....	220
9. Anhang .....	222
9.1 Standardstücklisten .....	222
9.2 Verteilungen .....	224
9.3 Zugehörigkeitsfunktionen für die Bewertung der Simulation .....	226
10. Literaturverzeichnis .....	231

## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 2-1:	Charakterisierung eines Maschinenbaubetriebs	14
Abb. 2-2:	Beispiel einer Strukturstückliste	21
Abb. 2-3:	Schematische Darstellung eines terminierten Auftragsnetzes	23
Abb. 2-4:	Belastungsdiagramm einer Kapazitätseinheit	24
Abb. 2-5:	Zulässiger Maschinenbelegungsplan	26
Abb. 2-6:	Semi-aktiver Maschinenbelegungsplan	27
Abb. 2-7:	Aktiver Maschinenbelegungsplan	28
Abb. 2-8:	Unverzögerter Maschinenbelegungsplan	29
Abb. 2-9:	Erwarteter Auftragsdurchlauf nach dem Kapazitätsabgleich und der Maschinenbelegungsplanung	31
Abb. 2-10:	Zusammensetzung der Fertigungsdurchlaufzeiten	36
Abb. 2-11:	Prozentuale Aufteilung der Liegezeit	36
Abb. 2-12:	Vermögensstruktur von Aktiengesellschaften im Maschinenbau	42
Abb. 2-13:	Gewichtverschiebungen bei den Zielgrößen der Fertigungssteuerung	58
Abb. 3-1:	Flußdiagramm zur Entwicklung eines Bewertungsschemas	72
Abb. 4-1:	Beispiel einer Zugehörigkeitsfunktion	89
Abb. 4-2:	Beispiel unterschiedlicher Wichtigkeiten bei der Durchlaufzeit von Aufträgen unterschiedlicher Kategorie	91
Abb. 4-3:	Beispiel unterschiedlicher Vorstellungen bei der Auslastung von Maschinen	92
Abb. 4-4:	Beispiel für die Ermittlung von Zugehörigkeitsfunktionen	95
Abb. 5-1:	Definition der Durchlaufzeit eines Auftrags	98
Abb. 5-2:	Hierarchisches Bewertungsschema zur Beurteilung der Auftragsabwicklung (Grobübersicht)	105
Abb. 5-3:	Teilbewertungsschema "Durchlaufzeit"	107
Abb. 5-4:	Unterschiedliche Materialbindungszeiten bei gleichartiger Produktstruktur	110
Abb. 5-5:	Beispiel von Zugehörigkeitsfunktionen bezüglich "guter Termineinhaltung von Aufträgen" für unterschiedliche Auftragskategorien	114
Abb. 5-6:	Teilbewertungsschema "Termin-treue"	118
Abb. 5-7:	Teilbewertungsschema "Produktionsmittel-nutzung"	120
Abb. 5-8:	Beispiel unterschiedlicher Vorstellungen bezüglich der Auslastung verschiedener Arten von Kapazitätseinheiten	124

Abb. 5-9:	Beispiele von Gewichtungsfunktionen zur Bewertung der Auslastungsschwankungen bei Produktionsmitteln .....	127
Abb. 5-10:	Teilbewertungsschema "Alternativbearbeitung" ...	147
Abb. 5-11:	Einstufiges Teilbewertungsschema "Fremdvergabe"	150
Abb. 5-12:	Zweistufiges Bewertungsschema der Fremdvergabe systematisiert nach Kapazitätseinheiten .....	151
Abb. 5-13:	Zweistufiges Bewertungsschema der Fremdvergabe systematisiert nach Unterkriterien .....	151
Abb. 5-14:	Hierarchisches Bewertungsmodell A .....	156
Abb. 5-15:	Genauigkeitsgrad und Zeitstufen der Produktionsplanung .....	161
Abb. 5-16:	Beispiele von Gewichtungsfunktionen für die abnehmende Bedeutung zukünftiger Planungsperioden .....	166
Abb. 5-17:	Teilbewertungsschema "Reihenfolgeverletzung" ...	167
Abb. 5-18:	Teilbewertungsschema "Mindestübergangszeit" ....	168
Abb. 5-19:	Erweitertes Teilbewertungsschema "Mindestübergangszeit" .....	170
Abb. 5-20:	Teilbewertungsschema "Kapazitätsrestriktion" ...	175
Abb. 5-21:	Hierarchisches Bewertungsmodell (Bewertungsmodell B) zur Beurteilung der Planungsgüte ....	176
Abb. 6-1:	Die Werkstätten im Modellbetrieb .....	188
Abb. 6-2:	Schematische Darstellung der Auftragsgenerierung	193
Abb. 6-3:	Schematische Darstellung der Simulationsvorbereitungen .....	197
Abb. 6-4:	Modell A mit Bewertungsparametern .....	202
Abb. 6-5:	Modell B mit Bewertungsparametern .....	203
Abb. 6-6:	Schematische Darstellung der Programmabläufe Simulation, Auswertung und Beurteilung .....	205
Abb. 6-7:	Bewertungsbeispiel einer Auftragsabwicklung (1)	207
Abb. 6-8:	Bewertungsbeispiel einer Auftragsabwicklung (2)	208
Abb. 6-9:	Weitergehende Strukturierung einer Baugruppe ...	212
Abb. 7-1:	Das Bewertungssystem als Ergänzung eines PPS-Systems .....	218
Abb. A-1:	Verteilung der Anzahl Arbeitsgänge bei einem Einzelteil .....	225
Abb. A-2:	Beispiel einer stetigen Trapezverteilung .....	225
Abb. A-3:	Beispiel verschiedener Formen von Zugehörigkeitsfunktionen .....	227

**Verzeichnis der Tabellen**

Tab. 2-1:	Beispielhafter Arbeitsplan für ein Bauteil .....	22
Tab. 2-2:	Maschinenfolge der Werkstücke .....	26
Tab. 2-3:	Bearbeitungszeiten der Werkstücke .....	26
Tab. 6-1:	Arbeitsgänge und Auslastung der Werkstätten ....	194
Tab. A-1:	Standardstückliste des Produkts 1 .....	222
Tab. A-2:	Standardstückliste des Produkts 2 .....	223
Tab. A-3:	Standardstückliste des Produkts 3 .....	224
Tab. A-4:	Standardstückliste des Produkts 4 .....	224

## Verzeichnis der Definitionen

Def. 4-1:	Zugehörigkeitsfunktion in der klassischen Mengenlehre .....	81
Def. 4-2:	Unschärfe Menge .....	81
Def. 4-3:	Durchschnitt unscharfer Mengen .....	82
Def. 4-4:	Vereinigung unscharfer Mengen .....	82
Def. 4-5:	Gamma-Operator .....	84
Def. 4-6:	Gamma-Operator mit Gewichtung der zu aggregierenden Mengen .....	86
Def. 5-1:	Durchlaufzeit eines Auftrags .....	98
Def. 5-2:	Relativer Verlängerungsfaktor der Durchlaufzeit eines Auftrags .....	108
Def. 5-3:	Materialbindungszeit eines Auftrags .....	110
Def. 5-4:	Durchlaufzeit eines Einzelteils .....	110
Def. 5-5:	Gewichtete Materialbindungszeit .....	111
Def. 5-6:	Gewichtete minimale Materialbindungszeit .....	112
Def. 5-7:	Relativer Verlängerungsfaktor der gewichteten Materialbindungszeit .....	112
Def. 5-8:	Absolute Terminuntreue .....	113
Def. 5-9:	Relative Terminuntreue .....	115
Def. 5-10:	Terminuntreuequote der Aufträge .....	115
Def. 5-11:	Reale Maximalkapazität eines Produktionsmittels (einer Kapazitätseinheit) .....	123
Def. 5-12:	Durchschnittlicher Auslastungsgrad einer Kapazitätseinheit .....	124
Def. 5-13:	Schwankung in der Periode $t$ .....	126
Def. 5-14:	Durchschnittliche Schwankung einer Kapazitätseinheit im Betrachtungszeitraum .....	128
Def. 5-15:	Produktionsmehrkosten bei Alternativbearbeitung .....	143
Def. 5-16:	Umrüstmehrkosten bei Alternativbearbeitung .....	144
Def. 5-17:	Mehrkosten bei Alternativbearbeitung .....	145
Def. 5-18:	Relativer Mehraufwand der Alternativbearbeitung .....	145
Def. 5-19:	Relative Produktionsmehrkosten der Alternativbearbeitung .....	145
Def. 5-20:	Relative Umrüstkosten der Alternativbearbeitung .....	146
Def. 5-21:	Zeitlich gewichteter Häufigkeitswert .....	166
Def. 5-22:	Normalkapazität eines Produktionsmittels .....	173
Def. 5-23:	Verlustfaktor einer Kapazitätseinheit, eines Produktionsmittels .....	174
Def. 5-24:	Effektive Arbeitszeitänderung .....	174
Def. 5-25:	Temporäre Belastungsgrenze einer Kapazitätseinheit .....	174