

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| Abbildungsverzeichnis .....   | VIII      |
| Tabellenverzeichnis .....   | X         |
| Symbolverzeichnis .....   | XI        |
| <b>Teil I: Grundlagen</b> .....   | <b>1</b>  |
| 0 Einleitung .....  | 1         |
| 1 <b>Ansätze, Ziele und Konzepte der Produktionsplanung und -steuerung</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.1 Abgrenzung der Aufgabenbereiche von traditioneller Produktionsplanung und Just-in-Time .....                        | 4         |
| 1.2 Ziele der Produktionsplanung .....  | 8         |
| 1.2.1 Relevante Einzelziele der Entscheidungsebenen .....   | 8         |
| 1.2.2 Substitution von Umlauf- durch Anlagevermögen .....   | 12        |
| 1.3 Sukzessive, simultane und hierarchische Produktionsplanung .....  | 14        |
| 2 <b>Umlauf- und Anlagevermögen in der Produktionsplanung</b> .....   | <b>20</b> |
| 2.1 Problemstellung .....   | 20        |
| 2.2 Umlaufvermögen in der Produktionsplanung .....  | 21        |
| 2.2.1 Lagerbestände in den traditionellen Ansätzen der Produktionsplanung .....   | 21        |
| 2.2.2 Lagerbestände in den neueren Ansätzen der Produktionsplanung .....  | 23        |
| 2.2.3 Gegenüberstellung der Bedeutung von Lägern in den beiden Ansätzen .....   | 28        |
| 2.3 Anlagevermögen in der Produktionsplanung .....  | 29        |
| 2.3.1 Strategische Aspekte der Just-in-Time orientierten Fertigung .....  | 29        |
| 2.3.2 Organisatorische und technische Maßnahmen zur Rüstzeitsenkung .....   | 31        |
| <b>Teil II: Analyse der Substitution von Umlauf- durch Anlagevermögen im Rahmen eines hierarchischen Konzepts</b> ..... | <b>35</b> |
| 3 <b>Das hierarchische Konzept und die Analysemethode</b> .....   | <b>37</b> |
| 3.1 Problemstellung und bisherige Ansätze .....   | 37        |
| 3.2 Ansatz zur Überprüfung der Substitutionsmöglichkeit .....   | 41        |
| 3.2.1 Elemente des Konzepts .....   | 41        |
| 3.2.1.1 Charakterisierung der Investitionen .....   | 41        |
| 3.2.1.2 Charakterisierung der Produktionseinheit .....  | 42        |
| 3.2.2 Das hierarchische Konzept .....   | 44        |
| 3.2.3 Die Rüstkosten- und die Transferfunktion .....  | 45        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Antizipation der Auswirkungen strategischer Maßnahmen auf die Ergebnisse der Losgrößenplanung</b> .....           | 50  |
| 4.1 Problemstellung .....  | 50  |
| 4.2 Substitution in stochastischen Losgrößenmodellen .....   | 51  |
| 4.2.1 Grundlagen .....   | 52  |
| 4.2.1.1 Nachfrageverteilungen .....  | 52  |
| 4.2.1.2 Allgemeines stochastisches Ein-Perioden-Losgrößenmodell .....  | 56  |
| 4.2.2 Das stationäre unendlich-periodige $(s,S)$ -Modell .....   | 62  |
| 4.2.2.1 Kosten der Lagerhaltung im unendlichen, nicht-diskontierten $(s,S)$ -Modell .....                            | 64  |
| 4.2.2.2 Berechnung einer optimalen $(s,S)$ -Politik .....  | 68  |
| 4.2.2.2.1 Exkurs: LAPLACE-Transformation .....   | 68  |
| 4.2.2.2.2 Erneuerungstheorie zur Bestimmung einer Erneuerungsfunktion .....  | 72  |
| 4.2.2.2.3 Optimale $(s,S)$ -Politik .....  | 76  |
| 4.2.2.3 Substitution bei exponentialverteilter Nachfrage .....   | 77  |
| 4.2.2.4 Substitution bei doppel-exponentialverteilter Nachfrage .....  | 84  |
| 4.2.3 Das $(s,q)$ -Modell mit doppel-exponentialverteilter Nachfrage .....   | 88  |
| 4.2.3.1 Substitution bei Rüstkostenvariation .....   | 89  |
| 4.2.3.2 Substitution bei Variation der Produktionsdauer .....  | 96  |
| 4.3 Zusammenfassung .....  | 99  |
| <br>   |     |
| <b>Antizipation der Auswirkungen strategischer Maßnahmen auf die Ergebnisse der Ablaufplanung</b> .....              | 101 |
| 5.1 Problemstellung .....  | 101 |
| 5.2 Grundlagen der Warteschlangentheorie .....   | 102 |
| 5.2.1 Grundstruktur eines Wartesystems .....   | 102 |
| 5.2.2 Systemcharakteristika der Warteschlangentheorie .....  | 103 |
| 5.2.2.1 Das M/M/1-Wartesystem .....  | 104 |
| 5.2.2.2 Das M/G/1-Wartesystem .....  | 105 |
| 5.2.2.3 Beziehungen zwischen den Systemgrößen der Wartesysteme .....   | 107 |
| 5.2.3 Warteschlangenmodelle zur Antizipation von Kenngrößen der Produktionseinheit .....                             | 108 |
| 5.3 Auswirkungen der Losgrößenvariation auf das Umlaufvermögen .....   | 111 |
| 5.3.1 Wirkung der Losgrößen auf Ankunfts- und Bearbeitungsprozesse .....   | 114 |
| 5.3.2 Antizipation der Bestandssituation bei Losgrößenvariation .....  | 116 |
| 5.3.2.1 Antizipation ohne Berücksichtigung von Rüstzeiten .....  | 116 |
| 5.3.2.1.1 Antizipation bei exponentialverteilten Bearbeitungszeiten .....  | 116 |
| 5.3.2.1.2 Antizipation bei beliebig verteilten Bearbeitungszeiten .....  | 119 |
| 5.3.2.2 Antizipation unter Berücksichtigung von Rüstzeiten .....   | 125 |
| 5.3.2.2.1 Das Modell von KARMARKAR .....   | 125 |
| 5.3.2.2.2 Antizipation unter Berücksichtigung von unabhängig, exponentialverteilten Rüst- und Fertigungszeiten ..... | 129 |
| 5.3.2.2.3 Quantifizieren des Fehlers im Ansatz von KARMARKAR .....   | 136 |
| 5.3.2.2.4 Antizipation unter Berücksichtigung von unabhängig, beliebig verteilten Rüst- und Fertigungszeiten .....   | 138 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| Abb. 34: | Ankunftsrate als Funktion der Losgröße .....  | 118 |
| Abb. 35: | Durchlaufzeitfunktion im Modell von KARMARKAR .....   | 128 |
| Abb. 36: | Funktion der Anzahl der Lose in der Produktionseinheit bei doppel-<br>exponentialverteilten Bearbeitungszeiten, $t_B = 0,075$ , $\mu_R = 100$ , $x = 12$ .... | 134 |
| Abb. 37: | Durchlaufzeitfunktion bei Doppel-Exponentialverteilung .....  | 135 |
| Abb. 38: | Antizipation operativer Ergebnisse .....  | 154 |
| Abb. 39: | Antizipation von Ergebnissen unter Beachtung der Losgrößenfunktion .....  | 156 |
| Abb. 40: | Einfluß des Variationskoeffizienten .....   | 168 |
| Abb. 41: | Direktbestands-Transferfunktionen für $v\{B\} = 1,2$ und $v\{B\} = 0,1$ .....   | 168 |
| Abb. 42: | Direktbestands-Transferfunktion unter Beachtung der Losgrößenfunktion ...   | 172 |
| Abb. 43: | Durchlaufzeit-Transferfunktion unter Beachtung der Losgrößenfunktion .....  | 173 |

## Tabellenverzeichnis

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| Tab. 1:  | Zusammenfassung der Aktivpositionen der Bilanzen westdeutscher Unternehmen des Maschinenbaus 1994 ..... | 12  |
| Tab. 2:  | Ziele, Steuerungsparameter und Bedeutung der Läger in den operativen Konzepten des Just-in-Time .....  | 27  |
| Tab. 3:  | Überblick über Lagerhaltungsmodelle mit Investitionsaspekten .....                                    | 38  |
| Tab. 4:  | Lagerhaltungspolitiken .....  | 51  |
| Tab. 5:  | LAPLACE-Transformierte von Dichte- und Verteilungsfunktionen .....                                      | 70  |
| Tab. 6:  | Erneuerungsfunktionen und -dichten .....  | 77  |
| Tab. 7:  | Zusammenfassung der Ergebnisse zur Variation der Investitionshohen .....                               | 99  |
| Tab. 8:  | Systemgrößen im Warte- und im Produktionssystem .....  | 108 |
| Tab. 9:  | Einflüsse der Losgrößen auf die Zwischenankunfts- und Bearbeitungszeiten .....                        | 115 |
| Tab. 10: | Zusammenfassung zur Losgrößenvariation .....   | 152 |
| Tab. 11: | Zusammenfassung zur Rustzeitvariation .....  | 153 |
| Tab. 12: | Zusammenfassung zur Substitutionsmöglichkeit von Umlauf- durch Anlagevermögen .....                   | 175 |

|       |   |            |
|-------|---|------------|
| 5.4   | Auswirkungen der Rüstzeitvariation auf das Umlaufvermögen.....          | 141        |
| 5.4.1 | Wirkungen bei konstanten Variationskoeffizienten.....                   | 143        |
| 5.4.2 | Wirkungen bei variablen Variationskoeffizienten.....                    | 145        |
| 5.5   | Zusammenfassung.....  | 151        |
|       | <b>Substitution zwischen Umlauf- und Anlagevermögen.....</b>            | <b>154</b> |
| 6.1   | Problemstellung.....  | 154        |
| 6.2   | Substitution ohne Berücksichtigung von Rüstzeiten.....                  | 155        |
| 6.2.1 | Antizipation bei Variation der Losgrößenfunktion.....                   | 155        |
| 6.2.2 | Wirkung der Investitionen auf den Ankunfts- und Bearbeitungsprozeß..... | 158        |
| 6.2.3 | Transferfunktionen.....   | 160        |
| 6.3   | Substitution unter Berücksichtigung von Rüstzeiten.....                 | 163        |
| 6.3.1 | Substitution bei beliebig verteilten Bearbeitungszeiten.....            | 164        |
| 6.3.2 | Einfluß schwankender Bearbeitungszeiten auf die Substitution.....       | 167        |
| 6.3.3 | Substitution bei doppel-exponentialverteilten Bearbeitungszeiten.....   | 169        |
| 6.4   | Zusammenfassung.....  | 174        |
| 7     | <b>Schlußbetrachtung.....</b>   | <b>176</b> |
|       | <b>Literaturverzeichnis.....</b>  | <b>179</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| Abb. 1:  | Aufgabenbereiche der Produktionsplanung .....   | 5   |
| Abb. 2:  | Ziele der Produktionsplanung und -steuerung.....  | 9   |
| Abb. 3:  | Substitution von Umlauf- durch Anlagevermögen.....  | 13  |
| Abb. 4:  | Koordinationsmechanismus in einem hierarchischen Modell.....  | 18  |
| Abb. 5:  | Zusammensetzung des Umlaufvermögens des Produktionsbereichs .....   | 20  |
| Abb. 6:  | Funktionen des Auftragsbestands .....   | 25  |
| Abb. 7:  | Argumentenbilanz zu Lagersichtweisen .....  | 29  |
| Abb. 8:  | Darstellung der Losgröße bei steigenden Rüstkosten für $c_L=1, d=12$ .....  | 34  |
| Abb. 9:  | Darstellung der Kapitalanalysen.....  | 35  |
| Abb. 10: | Grundstruktur einer Produktionseinheit .....  | 43  |
| Abb. 11: | Antizipation von Ergebnissen untergeordneter Produktionsplanung .....   | 44  |
| Abb. 12: | Antizipation von Ergebnissen der Losgrößenplanung .....   | 45  |
| Abb. 13: | Stetige Rüstkostenfunktion.....   | 46  |
| Abb. 14: | Diskrete Rüstkostenfunktion .....   | 47  |
| Abb. 15: | Transferfunktion .....  | 48  |
| Abb. 16: | Wirkung von Investitionen auf die Losgrößenplanung.....   | 50  |
| Abb. 17: | Dichtefunktionen der Exponential- und der Doppel-Exponentialverteilung .....  | 56  |
| Abb. 18: | Kostenfunktion $G(z)$ in Abhängigkeit vom disponiblen Bestand .....   | 59  |
| Abb. 19: | $(s,S)$ -Politik .....  | 60  |
| Abb. 20: | Disponibler Verlauf des Bestands in einer $(s,S)$ -Politik .....  | 64  |
| Abb. 21: | Schema der LAPLACE-Transformation.....  | 69  |
| Abb. 22: | Erneuerungsprozesse.....  | 73  |
| Abb. 23: | Bestands-Transferfunktion bei exponentialverteilter Nachfrage, $c_L=1$ ;<br>$c_F=50, c_P=20, E\{D\}=12, c_R(I)=\frac{u}{I}$ mit $u=500$ ..... | 82  |
| Abb. 24: | Substitution bei exponentialverteilter Nachfrage .....  | 83  |
| Abb. 25: | Funktionen der Meldemenge und des Höchstbestands $S$ .....  | 86  |
| Abb. 26: | Funktion der Mindestbestellmenge $q$ .....  | 87  |
| Abb. 27: | Bestands-Transferfunktion bei doppel-exponentialverteilter Nachfrage .....  | 88  |
| Abb. 28: | Physischer Bestandsverlauf einer $(s,q)$ -Politik .....   | 89  |
| Abb. 29: | Losgrößen- und Meldemengenfunktion im $(s,q)$ -Modell.....  | 94  |
| Abb. 30: | Bestands-Transferfunktion im $(s,q)$ -Modell.....   | 95  |
| Abb. 31: | Bestands-Transferfunktion bei Variation der Produktionsdauer .....  | 98  |
| Abb. 32: | Grundstruktur eines Wartesystems .....  | 102 |
| Abb. 33: | Systemgrößen im Produktionssystem .....   | 109 |