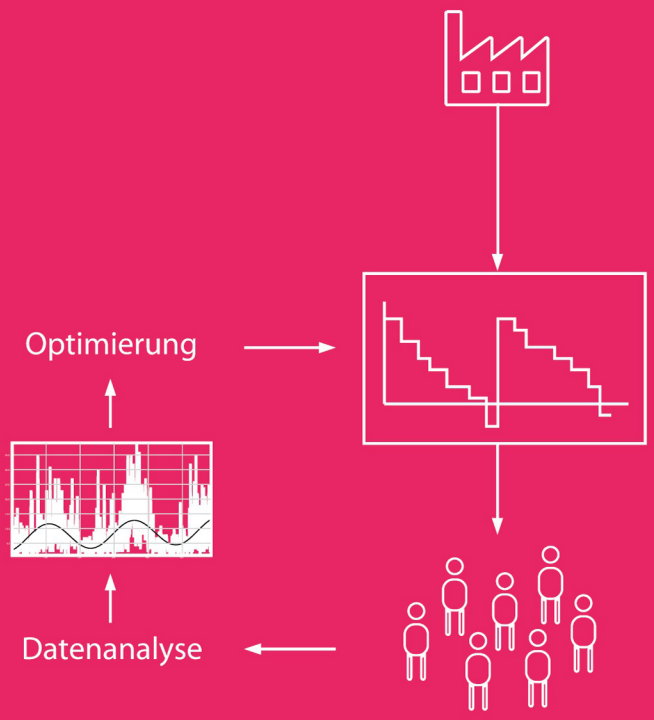
Günther · Tempelmeier

Übungsbuch Supply Chain Analytics

Operations Management und Logistik

10. Auflage



Ein nach dem Pull-Prinzip gedrucktes Lehrbuch

Hans-Otto Günther • Horst Tempelmeier

Übungsbuch Supply Chain Analytics

Operations Management und Logistik

10., überarbeitete Auflage

Prof. Dr. Hans-Otto Günther
Technische Universität Berlin
BWL – Produktionsmanagement
Strasse des 17. Juni 135
D-10623 Berlin
Deutschland
hans-otto.guenther@hotmail.de

Prof. Dr. Horst Tempelmeier
Universität zu Köln
Seminar für Supply Chain Management
und Produktion
Albertus-Magnus-Platz
D-50923 Köln
Deutschland
tempelmeier@wiso.uni-koeln.de

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.
Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Herstellung und Verlag: BOD – Books on Demand, Norderstedt
ISBN 978-3-7519-8672-4

© 2020 Günther, Hans-Otto; Tempelmeier, Horst

Vorwort zur zehnten Auflage

Nachdem auch die neunte Auflage dieses Übungsbuches wieder eine sehr gute Aufnahme gefunden hat, legen wir hiermit die zehnte Auflage unter einem geänderten Titel vor. Sowohl die Struktur des Übungsbuches als auch der Titel wurden auf das mittlerweile in der 13. Auflage erschienene Lehrbuch „Supply Chain Analytics“ abgestimmt.
Ergänzend zu diesem Übungsbuch ist ein unter MS-Windows lauffähiges Übungsprogramm (Produktions-Management-Trainer) verfügbar, das dem Leser die Möglichkeit bietet, den größten Teil der Aufgaben, in denen mehr oder weniger umfangreiche Rechnungen erforderlich sind, computerunterstützt zu lösen. Die betreffenden Aufgaben sind mit dem Symbol gekennzeichnet. Weitere Informationen zu diesem Programm finden sich unter *http://www.produktion-und-logistik.de* sowie *http://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/*.
Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen – männlichen und weiblichen – Studierenden und Kollegen bedanken, die uns auf Druckfehler und inhaltliche Verbesserungsmöglichkeiten aufmerksam gemacht haben. Ganz besonders danken wir unseren jetzigen und früheren Mitarbeiter–äh–innen sowie unseren studentischen – weiblichen und männlichen – Hilfskräften in Berlin und Köln, die uns im Laufe der Jahre unterstützt haben.

Berlin und Köln
im Juli 2020

Hans-Otto Günther
Horst Tempelmeier

Inhaltsverzeichnis

Teil A: Einführung – Grundfragen der Produktion und des Supply Chain Managements **1**

1 Produktion als Wertschöpfungsprozeß **1**

Verständnis- und Wiederholungsfragen 1

A1.1: *Produktionstypen, Industriezweige* 3
A1.2: *Industrielle Erzeugnisse* 3
A1.3: *Kapazität* 4
A1.4: *Personal-, Anlagen-, effektive Kapazität* 4
A1.5: *Aktuelle Begriffe* 7

2 Logistik und Supply Chain Management **9**

Verständnis- und Wiederholungsfragen 9

3 Entscheidungsebenen **10**

Verständnis- und Wiederholungsfragen 10

A3.1: *Entscheidungsebenen* 10

Teil B: Langfristige Erfolgsvoraussetzungen der industriellen Produktion **13**

4 Strategische Entwicklungsplanung **13**

4.1 Erfolgspotentiale und Wettbewerbsvorteile 13

Verständnis- und Wiederholungsfragen 13

B4.1: *Wettbewerbsmodell von Porter* 14

4.2 Strategieinhalte 14

Verständnis- und Wiederholungsfragen 14

4.3 Strategiefindung 14

Verständnis- und Wiederholungsfragen 14

B4.2: *TOWS-Analyse* 15
B4.3: *Marktanteils-/Marktwachstums-Portfolio* 15

5 Integration von Produktions- und Marktstrategien 16

5.1 Integrationsschritte 16

Verständnis- und Wiederholungsfragen 16

5.2 Produktpolitik 16

5.2.1 Produktlebenszyklen 16

Verständnis- und Wiederholungsfragen 16

B5.1: *Lebenszykluskonzept* 16

5.2.2 Produktentwicklung 18

Verständnis- und Wiederholungsfragen 18

B5.2: *Materialwahl* 18

5.2.3 Bewertung von Produktideen unter Unsicherheit 19

Verständnis- und Wiederholungsfragen 19

B5.3: *Unsicherheit der Nachfrageentwicklung* 19
B5.4: *Entscheidungsbaum* 20

5.3 Prozeßwahl 25

Verständnis- und Wiederholungsfragen 25

B5.5: *Wahl des Anlagentyps* 25

5.4 Produkt-/Prozeßprofilierung 28

Verständnis- und Wiederholungsfragen 28

B5.6: *Produkt-/Prozeßprofil* 28

6 Standortentscheidungen 30

6.1 Räumliche Struktur des Logistiksystems 30

Verständnis- und Wiederholungsfragen 30

B6.1: *Logistische Verflechtung* 30

6.2 Produktionsstandorte 32

Verständnis- und Wiederholungsfragen 32

6.3 Ein Optimierungsmodell zur Standortwahl 32

Verständnis- und Wiederholungsfragen 32

B6.2: *Standortplanung für Produktionsstätten* 33

Teil C: Die Gestaltung der Infrastruktur des Produktionssystems 39

7 Strukturierung der technischen Ressourcen 39

7.1 Produktionssegmentierung 39

Verständnis- und Wiederholungsfragen 39

7.2 Layoutplanung 39

Verständnis- und Wiederholungsfragen 39

C7.1: *Innerbetriebliche Standortplanung* 40

7.3 Konfigurierung von Fließproduktionssystemen 43

Verständnis- und Wiederholungsfragen 43

7.3.1 Fließbandabstimmung bei getaktetem Materialfluß 43

Verständnis- und Wiederholungsfragen 43

C7.2: *Fließproduktion* 43
C7.3: *Fließproduktion, Taktzeit, Anzahl Stationen* 44
C7.4: *Leistungsabstimmung bei Fließproduktion, Prioritätsregelverfahren* 46

7.3.2 Leistungsanalyse bei nicht getaktetem Materialfluß 48

Verständnis- und Wiederholungsfragen 48

C7.5: *Engpaßanalyse* 48
C7.6: *Fließproduktionssystem mit exponentialverteilten Bearbeitungszeiten (M/M/1-Modelle)* 50

7.4 Konfigurierung von Produktionszentren 51

7.4.1 Flexible Fertigungssysteme 51

Verständnis- und Wiederholungsfragen 51

C7.7: *Konfigurierung eines flexiblen Fertigungssystems (Datenaufbereitung und statische Analyse)* 51
C7.8: *Konfigurierung eines flexiblen Fertigungssystems (statische Analyse)* 53
C7.9: *Konfigurierung eines flexiblen Fertigungssystems (Mittelwertanalyse)* 54

7.4.2 Produktionsinseln 56

Verständnis- und Wiederholungsfragen 56

C7.10: *Maschinen-Produkt-Matrix* 56

8 Personelle Ressourcen **58**

Verständnis- und Wiederholungsfragen 58

8.1 Rahmenbedingungen der menschlichen Arbeit 58

Verständnis- und Wiederholungsfragen 58

8.2 Innerbetriebliche Arbeitsbedingungen 58

8.2.1 Determinanten der menschlichen Arbeitsleistung 58

Verständnis- und Wiederholungsfragen 58

8.2.2 Industrielle Arbeitsgestaltung 59

Verständnis- und Wiederholungsfragen 59

8.2.3 Bewertung und Entlohnung der Arbeit 60

Verständnis- und Wiederholungsfragen 60

C8.1: *Arbeitsbewertung, Rangreihenverfahren* 60
C8.2: *Arbeitsbewertung, Stufenwertzahlverfahren* 61
C8.3: *Akkordlohn* 62

8.3 Personalkapazitätsplanung 63

Verständnis- und Wiederholungsfragen 63

9 Qualitätssicherung **65**

Verständnis- und Wiederholungsfragen 65

9.1 Qualität als Wertschöpfungsbeitrag 65

Verständnis- und Wiederholungsfragen 65

9.2 Qualitätsmanagement 65

Verständnis- und Wiederholungsfragen 65

9.3 Statistische Qualitätskontrolle 66

Verständnis- und Wiederholungsfragen 66

C9.1: *Prozeßkontrolle* 66

Teil D: Elemente der operativen Produktionsplanung und -steuerung **69**

Verständnis- und Wiederholungsfragen 69

10 Planung des Produktionsprogramms **69**

Verständnis- und Wiederholungsfragen 69

10.1 Nachfrageprognose . . . 70

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 70

D10.1: *Nachfrageprognose mit exponentieller Glättung erster Ordnung* . . . 70
D10.2: *Nachfrageprognose mit exponentieller Glättung erster Ordnung, Glättungsfaktoren* . . . 71
D10.3: *Nachfrageprognose mit exponentieller Glättung zweiter Ordnung* . . . 73
D10.4: *Nachfrageprognose mit der exponentiellen Glättung mit Trendkorrektur* . . . 74
D10.5: *Kurzfristige Materialbedarfsprognose bei trendförmigem Bedarfsverlauf* . . . 74
D10.6: *Nachfrageprognose mit exponentieller Glättung erster Ordnung und Saisonanpassung* . . . 77
D10.7: *Nachfrageprognose mit linearer Regressionsrechnung* . . . 78

10.2 Beschäftigungsglättung . . . 81

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 81

D10.8: *Produktions- und Beschäftigungsplanung* . . . 81

10.3 Kapazitierte Hauptproduktionsprogrammplanung . . . 85

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 85

D10.9: *Einperiodige Produktionsprogrammplanung, eine Ressource* . . . 85
D10.10: *Einperiodige Produktionsprogrammplanung, ein Engpaß* . . . 86
D10.11: *Einperiodige Produktionsprogrammplanung, lineares Optimierungsmodell, graphische Lösung* . . . 88
D10.12: *Einperiodige Produktionsprogrammplanung, lineares Optimierungsmodell* . . . 91
D10.13: *Kapazitätsbedarfsrechnung, globale Belastungsfaktoren* . . . 92
D10.14: *Hauptproduktionsprogrammplanung bei mehrstufiger Produktion, Kapazitätsbelastungsprofil I* . . . 93
D10.15: *Hauptproduktionsprogrammplanung bei mehrstufiger Produktion, Kapazitätsbelastungsprofil II* . . . 95
D10.16: *Hauptproduktionsprogrammplanung, AMPL-Modell, OPL-Modell* . . . 96
D10.17: *Mehrperiodiges Produktionsprogramm* . . . 100

11 Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung 103

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 103

11.1 Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung bei Werkstattproduktion . . . 103

11.1.1 Bestimmung des Materialbedarfs . . . 103

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 103

D11.1: *ABC-Analyse* . . . 103

11.1.2 Programmorientierte Bedarfsermittlung als Teilproblem der Losgrößenplanung . . . 105

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 105

D11.2: *Darstellung der Erzeugnisstruktur* . . . 106
D11.3: *Nettobedarfsrechnung* . . . 110
D11.4: *Nettobedarfsrechnung, mehrstufig* . . . 111
D11.5: *Dispositionsstufenverfahren mit bedarfssynchroner „Lot-for-Lot-Produktion“* 112
D11.6: *Materialbedarfsrechnung nach dem Dispositionsstufenverfahren* . . . 114
D11.7: *Lagerbilanzgleichungen* . . . 117

11.1.3 Losgrößenplanung . . . 119

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 119

D11.8: *Wurzelformel zur Bestimmung der optimalen Losgröße bzw. Bestellmenge* . 120
D11.9: *Bestellmengenplanung* . . . 121
D11.10: *Dynamische Losgrößenplanung (heuristisch)* . . . 122
D11.11: *Dynamische Losgrößenplanung, Kürzeste-Wege-Modell* . . . 124
D11.12: *Dynamische Losgrößenplanung (Silver-Meal und Groff)* . . . 126
D11.13: *Dynamische Losgrößenplanung (Silver-Meal)* . . . 128
D11.14: *Dynamische Mehrprodukt-Losgrößenplanung* . . . 129
D11.15: *Dynamische mehrstufige Mehrprodukt-Losgrößenplanung* . . . 130
D11.16: *Losgrößenplanung im MRP-Sukzessivplanungskonzept (optimale Losgrößen)* 132

11.1.4 Ressourceneinsatzplanung . . . 134

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 134

D11.17: *Terminplanung* . . . 135
D11.18: *Terminplanung, Netzplantechnik* . . . 136
D11.19: *Terminplanung, Kapazitätsbelastung* . . . 138
D11.20: *Terminplanung, Transportzeiten* . . . 140

11.1.5 Feinplanung und Steuerung . . . 143

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 143

D11.21: *Ablaufplanung mit Prioritätsregeln I* . . . 143
D11.22: *Ablaufplanung mit Prioritätsregeln II* . . . 146

11.2 Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung bei Fließproduktion . . . 151

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 151

11.2.1 Das klassische Losgrößenmodell bei endlicher Produktionsgeschwindigkeit . . . 151

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 151

D11.23: *Einprodukt-Losgrößenplanung bei endlicher Produktionsgeschwindigkeit* . . 152

11.2.2 Mehrproduktproduktion auf einer Anlage . . . 153

Verständnis- und Wiederholungsfragen . . . 153

D11.24: *Mehrprodukt-Losgrößenplanung bei endlicher Produktionsgeschwindigkeit* . 154

11.2.3 Ressourceneinsatzplanung . . . 158

Verständnis- und Wiederholungsfragen 158

D11.25: *Einlastungsplanung* 158

11.3 Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung bei Zentrenproduktion 160

11.3.1 Flexible Fertigungssysteme 160

Verständnis- und Wiederholungsfragen 160

11.3.2 Produktionsinseln 161

Verständnis- und Wiederholungsfragen 161

Teil E: Logistische Prozesse 163

Verständnis- und Wiederholungsfragen 163

12 Bestandsmanagement 163

Verständnis- und Wiederholungsfragen 163

12.1 Ursachen der Unsicherheit 164

Verständnis- und Wiederholungsfragen 164

E12.1: *Nachfragemenge in der Wiederbeschaffungszeit (Normalverteilung)* 164
E12.2: *Nachfragemenge in der Wiederbeschaffungszeit, Simulation* 165
E12.3: *Servicegrade* 166

12.2 *(s,q)*-Politik mit kontinuierlicher Lagerüberwachung 167

Verständnis- und Wiederholungsfragen 167

E12.4: *Bestellpunkt, Servicegrad* 168
E12.5: *Servicegrad versus Bestellmenge* 169
E12.6: *Fehlmenge versus Bestellpunkt* 170
E12.7: *Fehlmenge bei normalverteilter Nachfrage, Funktionen aus MS-Excel* 171
E12.8: (s,q)*-Lagerhaltungspolitik, Sicherheitsbestand* 174
E12.9: (s,q)*-Lagerhaltungspolitik, negativer Sicherheitsbestand* 175
E12.10: (s,q)*-Lagerhaltungspolitik, Wiederbeschaffungszeit* 176
E12.11: (s,q)*-Lagerhaltungspolitik, Simulation* 180
E12.12: *Sicherheitsbestand bei Vergrößerung der Periodenbedarfsmenge* 182
E12.13: *Sicherheitsbestand als Vielfaches der mittleren Periodennachfragemenge* . . . 183

12.3 *(r,S)*-Politik 185

Verständnis- und Wiederholungsfragen 185

E12.14: *Bestellniveau* 185
E12.15: *Hähnchenbraterei Pollo Arosto* 186
E12.16: *Produktionssynchrone Beschaffung* 187

12.4 Bestandsoptimierung in Supply Chains 190

Verständnis- und Wiederholungsfragen 190

12.5 Dynamische Losgrößenplanung bei stochastischer Nachfrage 190

Verständnis- und Wiederholungsfragen 190

E12.17: *Erwarteter Lagerbestand am Periodenende* 190
E12.18: *Einsatz der Silver-Meal-Heuristik bei stochastischer Periodennachfrage* . . . 192

13 Transport- und Tourenplanung 195

13.1 Transportplanung 195

Verständnis- und Wiederholungsfragen 195

E13.1: *Klassisches Transportmodell* 195

13.2 Tourenplanung 197

Verständnis- und Wiederholungsfragen 197

E13.2: *Tourenplanung mit dem Saving-Verfahren* 197

14 Lagerbetrieb und Güterumschlag 200

14.1 Beladungsplanung 200

Verständnis- und Wiederholungsfragen 200

E14.1: *Palettenbeladung* 200

14.2 Lagerbetrieb 203

Verständnis- und Wiederholungsfragen 203

E14.2: *Steuerung von Regalbediengeräten in einem Hochregallager* 204

14.3 Kommissionierung 207

Verständnis- und Wiederholungsfragen 207

E14.3: *Zweistufige Kommissionierung* 208

Teil F: Planungs- und Koordinationssysteme 215

15 Supply Chain Management 215

Verständnis- und Wiederholungsfragen 215

F15.1: *Bullwhip-Effekt* 215
F15.2: *Beschaffungsmengenoptimierung – Newsvendor-Problem* 216

16 Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme 218

Verständnis- und Wiederholungsfragen 218

16.1 Produktionsplanung und -steuerung nach dem Push-Prinzip 218

Verständnis- und Wiederholungsfragen 218

16.2 Produktionssteuerung nach dem Pull-Prinzip 218

Verständnis- und Wiederholungsfragen 218

F16.1: *Modellierung eines Pull-Systems* 219

17 Advanced Planning Systems 220

Verständnis- und Wiederholungsfragen 220

F17.1: *Globale Verfügbarkeitsprüfung (Available-to-Promise), Einperiodenmodell* 220

F17.2: *Globale Verfügbarkeitsprüfung (Available-to-Promise), Mehrperiodenmodell* 222

Literaturverzeichnis 227

Einführung – Grundfragen der Produktion und des Supply Chain Managements

Teil A

1 Produktion als Wertschöpfungsprozeß

Verständnis- und Wiederholungsfragen

1. „Produktion ist ein Wertschöpfungsprozeß.“ Erläutern Sie diese Aussage sowie die Anforderungen, die an die Gestaltung des Wertschöpfungsprozesses gestellt werden.
2. „Um langfristig erfolgreich zu sein, muß eine Unternehmung versuchen, sich im Einklang mit ihrer Umwelt zu entwickeln, auch wenn sich die Umwelt teilweise turbulent verändert.“ Erläutern Sie diese Aussage an Hand konkreter Beispiele und nennen Sie aktuelle Einflüsse, die von den verschiedenen Umweltbereichen auf die industrielle Produktion einwirken.
3. Von welchen beiden Definitionen des Wirtschaftlichkeitsprinzips wird üblicherweise in der Betriebswirtschaftslehre ausgegangen? Worin besteht die Problematik dieser Definitionen?
4. Was versteht man unter der Infrastruktur eines Produktionssystems? Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Gestaltung der Infrastruktur und der Wertschöpfung eines Produktionssystems?
5. Definieren Sie die Begriffe der „industriellen Produktion“ und der „Logistik“.
6. Beschreiben Sie den Aufbau eines Arbeitssystems.
7. Systematisieren Sie die in der industriellen Produktion eingesetzten Produktionsfaktoren.
8. Welche Unterschiede und welche Gemeinsamkeiten bestehen zwischen Dienstleistungs- und industriellen Produktionsbetrieben hinsichtlich der zu bewältigenden Entscheidungsprobleme? Wie hat sich in den letzten 20 Jahren der Anteil der Industrie- bzw. Dienstleistungsbetriebe an der Gesamtzahl der Betriebe entwickelt?
9. Finden Sie Beispiele für

- materielle und immaterielle Güter,
- ungeformte und geformte Fließgüter sowie Stückgüter,
- einteilige und mehrteilige Produkte,
- bewegliche und unbewegliche Produkte.

Unter welchen Oberbegriff lassen sich diese Produktionstypen einordnen? Stellen Sie die Abgrenzung der oben aufgeführten Begriffe in einem Begriffsbaum graphisch dar.

10. Finden Sie Beispiele für
    - Ein- und Mehrproduktproduktion,
    - Massen-, Sorten-, Serien- und Einzelproduktion,
    - Kundenproduktion („make to order“), Marktproduktion („make to stock“) sowie die Montage von Enderzeugnissen aus vorproduzierten Einzelteilen („assemble to order“).

    Unter welchen Oberbegriff lassen sich diese Produktionstypen einordnen? Stellen Sie die Abgrenzung der Produktionstypen in einem Begriffsbaum graphisch dar.
11. Welche Organisationstypen der Produktion lassen sich unterscheiden? Was versteht man unter dem Verrichtungs- und unter dem Objektprinzip?
12. Erläutern Sie die Arbeitsweise einer Werkstattproduktion, einer Reihenproduktion, einer Transferstraße, einer Fließproduktionslinie, eines flexiblen Fertigungssystems sowie einer Produktionsinsel.
13. Finden Sie Beispiele für Produktionssysteme mit
    - glattem, konvergierendem, divergierendem sowie umgruppierendem Materialfluß (bzw. für den Spezialfall der Kuppelproduktion),
    - kontinuierlichem und diskontinuierlichen Materialfluß (bzw. für die Spezialfälle der natürlichen Fließproduktion und der Chargenproduktion),
    - Baustellenproduktion,
    - einstufiger und mehrstufiger Produktion,
    - vorgegebener und veränderbarer Arbeitsgangfolge.

    Unter welchen Oberbegriff lassen sich diese Produktionstypen einordnen? Stellen Sie die Abgrenzung der Produktionstypen in einem Begriffsbaum graphisch dar.
14. Finden Sie Beispiele für
    - material-, anlagen-, arbeits- und informationsintensive Produktion,
    - werkstoffbedingt wiederholbare und Partieproduktion.

    Unter welchen Oberbegriff lassen sich diese Produktionstypen einordnen? Stellen Sie die Abgrenzung der oben aufgeführten Begriffe in einem Begriffsbaum graphisch dar.
15. Erläutern Sie die Interdependenzen zwischen dem Beschaffungs-, Produktions- und Vertriebsbereich in einem Industriebetrieb. Welche Abstimmungsprobleme und welche Zielkonflikte können zwischen diesen Bereichen entstehen?
16. Nennen Sie einige Faktoren, die für die Erhaltung der Wettbewerbsvorteile einer Unternehmung besonders wichtig sind.

Übungsaufgaben

Aufgabe A1.1

Produktionstypen, Industriezweige

Man kann die folgenden Produktionstypen unterscheiden:

- nach dem Wettbewerbspotential von Technologien: *Basistechnologien*, die in der Branche weitgehend allgemein verfügbar sind; *Schlüsseltechnologien*, die die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmung signifikant beeinflussen können; *Schrittmachertechnologien*, die für die Branche neu sind;
- hinsichtlich der geographischen Ausdehnung der Absatzmärkte und Produktionsstandorte: *regionale*, *nationale* und *multinationale Industrieunternehmungen*;
- nach dem Ausmaß des Computereinsatzes: *ausschließlich mensch- und maschinengesteuerte Produktion; computergestützte Produktionsplanung und -steuerung; computerintegrierte Produktion (CIM)*;
- nach dem Innovationsgrad der hergestellten Erzeugnisse: *langlebige Produkte*, die kontinuierlich weiterentwickelt werden und eine stabile Basisnachfrage aufweisen; *normallebige Produkte*, deren Lebenszyklus an die Nutzungsdauer der Anlagen gebunden ist, auf denen sie hergestellt werden; *kurzlebige Produkte*, deren Lebensdauer deutlich kürzer ist als die Nutzungsdauer der zu ihrer Herstellung eingesetzten Anlagen;
- nach dem Variantenreichtum der Produkte: *einheitliche*, *variantenarme* und *variantenreiche Produkte*;
- nach der Umweltverträglichkeit der Produkte und Prozesse: *Prozesse ohne umweltbelastende Produkte*; *Prozesse mit Nebenprodukten*, die umweltunschädlich aufbereitet werden können; *Prozesse mit umweltbelastenden Wirkungen*.

Greifen Sie aus den nachfolgend aufgezählten Industriezweigen jeweils einige Beispiele für die oben genannten Produktionstypen heraus:

Automobilproduktion, Braunkohletagebau, pharmazeutische Industrie, Herstellung von Waschpulver, Herstellung von Computerchips, Bau von Spezialmaschinen, Errichtung von Kraftwerken, Straßenbau, Schiffsbau, Stromerzeugung, Mineralölverarbeitung, Anbau von Obst, Herstellung von Obstkonserven, Möbelindustrie, Herstellung von Getriebezahnrädern, Stahlproduktion, Textilindustrie, Bekleidungsindustrie, Herstellung von Personalcomputern, Bierproduktion, Weinbau, Herstellung von Geräten der Unterhaltungselektronik, Herstellung von Geräten für die Telekommunikation, Herstellung von Meß- und Prüfgeräten.

Aufgabe A1.2

Industrielle Erzeugnisse

Nennen Sie jeweils einige Beispiele für industrielle Erzeugnisse,

- die kundenindividuell bzw. -neutral gestaltet werden,

- die als Konsum- bzw. Investitionsgüter verwendet werden,
- die unbegrenzt, begrenzt oder kaum lagerfähig sind,
- bei denen vom Kunden eine besonders kurze Lieferfrist erwartet wird,
- deren Absatz besonders preissensitiv ist,
- deren Preis infolge technologischer Neuerungen rapide sinkt,
- deren Absatz durch intensive Marketingmaßnahmen unterstützt werden muß,
- die von sehr wenigen bzw. sehr vielen Unternehmungen angeboten werden,
- deren Verbreitung stark zu- bzw. abnimmt,
- die in größerem Umfang importiert bzw. überwiegend heimisch hergestellt werden,
- deren Vertrieb in größerem Maße mit Serviceleistungen verbunden ist,
- deren funktionale Qualität sich in den letzten Jahren spürbar verbessert hat,
- die zunehmend mit elektronischen Steuerungselementen ausgerüstet werden,
- deren Herstellung staatlich stark subventioniert wird,
- durch deren Entwicklung und Markteinführung einzelne Unternehmungen eine herausragende Marktstellung gewonnen haben.

Aufgabe A1.3

Kapazität

Unter Kapazität wird das Leistungsvermögen eines einzelnen Produktionsfaktors oder einer Produktionsfaktorkombination während eines bestimmten Zeitabschnittes verstanden.

a) Wie kann man die Kapazität messen? Welche Maßeinheiten kommen in Frage?

b) Welche Schwierigkeiten treten auf, wenn die Kapazität einer Produktionsfaktorkombination oder eines mehrstufigen Produktionsprozesses gemessen werden soll?

Aufgabe A1.4

Personal-, Anlagen-, effektive Kapazität

Die effektiv nutzbare Kapazität einer Betriebseinheit ist sowohl durch die Anlagen- als auch durch die Personalkapazität begrenzt. Kurzfristige Kapazitätserweiterungen sind i.a. nur in gewissen Grenzen möglich.

a) Welche Faktoren bestimmen die Personalkapazität einer Betriebseinheit? Welche Faktoren bestimmen die Anlagenkapazität einer Betriebseinheit?

b) Analysieren Sie die Zusammenhänge zwischen den beiden Kapazitätsarten. Woraus resultiert die effektive Produktionskapazität einer Betriebseinheit?

c) Welche Maßnahmen kann man ergreifen, um die effektive Produktionskapazität vorübergehend auszuweiten?

d) In der Endmontage eines Industriebetriebs sind vier Montageinseln eingerichtet, die jeweils mit drei Arbeitskräften besetzt werden können. Bei geringerer Personalbesetzung vermindert sich die Arbeitsleistung einer Montageinsel entsprechend. Insgesamt sind 26 Arbeitskräfte eingestellt, deren Normalarbeitszeit 38 Stunden pro Woche beträgt. Gearbeitet wird im Zwei-Schicht-Betrieb. Im Jahresdurchschnitt gehen 15% der Personalkapazität infolge von Urlaub, Krankheit u.ä. verloren. Die Betriebszeit könnte bis zu 80 Stunden pro Woche betragen. Bei der Anlagennutzung gehen 10% der Einsatzzeit aufgrund von Störungen, Wartungen, Umrüstungen usw. verloren. Welche effektive Produktionskapazität pro Woche kann im Jahresdurchschnitt erreicht werden?

e) Wie viele Arbeitskräfte müßten bei der in d) geschilderten Betriebssituation eingestellt werden, damit eine Betriebszeit von 80 Stunden pro Woche tatsächlich erreicht wird?

f) Nehmen Sie an, in der ersten Woche gelte die in d) geschilderte Betriebssituation. In der zweiten Woche muß eine der vier vorhandenen Montageinseln wegen einer notwendigen Überholung stillgelegt werden. Wie hoch ist die durchschnittliche effektive Produktionskapazität während der zwei Wochen?

Lösung

a) Die grundlegende Berechnungsweise für die Personalkapazität PK und die Anlagenkapazität AK während einer Periode (z. B. eines Monats) läßt sich durch die beiden folgenden Formeln angeben:

$$PK = PB \cdot \alpha \cdot AZ \cdot \beta$$

$$AK = M \cdot \mu \cdot BZ$$

Symbole	
PB	Personalbesetzung während einer Arbeitsschicht (Anzahl Personen)
α	durchschnittlicher Anwesenheitsgrad der Arbeitskräfte
AZ	regelmäßige Arbeitszeit pro Person und Periode
β	durchschnittliche Anzahl der Arbeitsschichten pro Tag
M	Anzahl der eingesetzten Anlagen
μ	Nutzungsgrad der Anlagen
BZ	Betriebszeit der Anlagen pro Periode

Bei dieser vereinfachten Berechnungsweise bleibt u. a. die Anzahl der Arbeits- und Betriebstage pro Monat unberücksichtigt.

b) Die effektiv nutzbare Produktionskapazität EK einer Betriebseinheit berechnet sich nach der folgenden Grundformel:

$$EK = \min\left\{M; \frac{PB \cdot \alpha}{\gamma}\right\} \cdot \min\{BZ \cdot \mu; AZ \cdot \beta\}$$

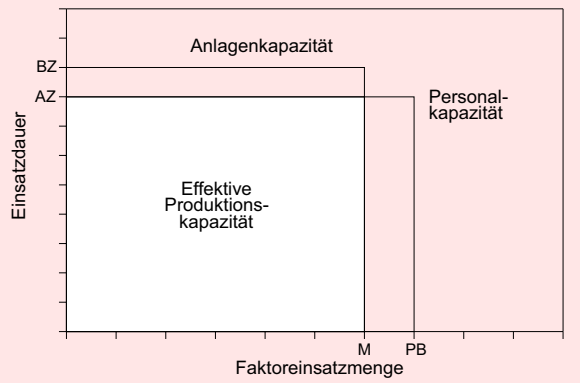
wobei

γ Anzahl Bediener pro Maschine (Bedienungsrelation)

Der prinzipielle Zusammenhang zwischen den Kapazitätsarten ist in Bild A1.1 veranschaulicht.

Bild A1.1

Zusammenhang zwischen Personal-, Anlagen- und effektiver Kapazität



c) An geeigneten Maßnahmen kommen in Frage:

- Überstunden,
- Sonder- und Teilzeitergänzungsschichten,
- Einsatz von Zeitarbeitskräften,
- Urlaubssperre,
- innerbetriebliche Umsetzungen aus weniger stark ausgelasteten Betriebsbereichen,
- Fremdbezug von Vorprodukten.

d) Zunächst werden die Personal- und die Anlagenkapazität nach den in a) aufgeführten Formeln ermittelt, wobei die Belegschaft von 26 einer nominellen Personalbesetzung von 13 Arbeitskräften je Schicht entspricht. Man erhält:

$$PK = 13 \cdot 0.85 \cdot 38 \cdot 2 = 839.80$$

$$AK = 4 \cdot 0.9 \cdot 80 = 288.00$$

Ebenfalls nach der in a) aufgeführten Formel läßt sich die effektive Produktionskapazität wie folgt ermitteln:

$$EK = \min\left\{4; 13 \cdot \frac{0.85}{3}\right\} \cdot \min\{80 \cdot 0.9; 38 \cdot 2\} = 3.6833 \cdot 72 = 265.20$$

Hierbei stellt man fest, daß die effektive Produktionskapazität hinsichtlich der Faktoreinsatzmenge durch die Personalverfügbarkeit begrenzt ist (es können effektiv nur $13 \cdot \frac{0.85}{3} = 3.6833$ Montageinseln genutzt werden), hinsichtlich der Faktoreinsatzdauer aber die effektive Betriebszeit von $80 \cdot 0.9 = 72$ Stunden pro Woche die nominelle Wochenarbeitszeit von $38 \cdot 2 = 76$ Stunden unterschreitet. Bei der effektiven Produktionskapazität handelt es sich um einen Durchschnittswert, dem z. B. eine Jahresbetrachtung zugrunde liegt. Um eine 80-stündige Betriebszeit bei einer nominellen Wochenarbeitszeit von 38 Stunden zu erreichen, wäre z. B. eine Freischichtenregelung notwendig.

e) Um die vier Montageinseln unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Personalanwesenheit vollständig auslasten zu können, wären $3 \cdot \frac{4}{0.85} = 14.1$ Arbeitskräfte je Schicht erforderlich, insgesamt also (aufgerundet) 15 Arbeitskräfte je Schicht bzw. 30 Arbeitskräfte insgesamt.

f) Würde man unmittelbar von der durchschnittlichen Anlagenzahl von 3.5 Montageinseln ausgehen, so ergäbe sich mit

$$\min\left\{3.5; 13 \cdot \frac{0.85}{3}\right\} \cdot \min\{80 \cdot 0.9; 38 \cdot 2\} = 3.5 \cdot 72 = 252.00$$

eine unrealistische Produktionskapazität, da in der ersten Woche der Faktorengpaß beim Personal, in der zweiten Woche hingegen bei den Montageinseln liegt. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anlagenverfügbarkeiten errechnet sich die effektiv nutzbare Produktionskapazität während der ersten bzw. zweiten Woche wie folgt:

$$EK_1 = \min\left\{4; 13 \cdot \frac{0.85}{3}\right\} \cdot \min\{80 \cdot 0.9; 38 \cdot 2\} = 3.6833 \cdot 72 = 265.20$$

$$EK_2 = \min\left\{3; 13 \cdot \frac{0.85}{3}\right\} \cdot \min\{80 \cdot 0.9; 38 \cdot 2\} = 3 \cdot 72 = 216.00$$

Hieraus ergibt sich der gesuchte Durchschnittswert:

$$EK = \frac{265.20 + 216.00}{2} = 240.60$$

Aufgabe A1.5

Aktuelle Begriffe

Recherchieren Sie in der produktionswirtschaftlichen Literatur die Bedeutung der folgenden Begriffe:

- PPS-System (Produktionsplanungs- und -steuerungssystem),
- MRP (Material Requirements Planning),
- MRP II (Manufacturing Resource Planning),
- ERP (Enterprise Resource Planning),
- APS (Advanced Planning System),
- CIM, CAD, CAM, CAQ,
- Industrie 4.0,
- MPS (Master Production Scheduling),
- OPT (Optimized Production Technology),
- Supply Chain Management,
- Logistik,
- Intra-Logistik,
- JIT (Just-In-Time),

- Push-, Pull-Prinzip,
- Kanban,
- CONWIP (Constant Work in Process),
- Bucket Brigade,
- FFS (Flexibles Fertigungssystem),
- TQM (Total Quality Management),
- KAIZEN, KVP,
- Lean Production,
- Business Process Reengineering,
- Outsourcing,
- Insourcing.

Literatur, Informationen

Arnold et al. (2008)
Hahn und Laßmann (1999), Kapitel 1 bis 3
Küpper und Helber (2004), Abschnitt 1.2
Tempelmeier (2005)