





# Produktions-Management

Grundlagen der Produktionsplanung  
und -steuerung

von

Dr. Stefan Kiener

Dr. Nicolas Maier-Scheubeck

Prof. Dr. Robert Obermaier

und

Dr. Manfred Weiß

10., verbesserte und erweiterte Auflage

Oldenbourg Verlag München

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2012 Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH  
Rosenheimer Straße 145, D-81671 München  
Telefon: (089) 45051-0  
[www.oldenbourg-verlag.de](http://www.oldenbourg-verlag.de)

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Anne Lennartz  
Herstellung: Constanze Müller  
Titelbild: thinkstockphotos.de  
Einbandgestaltung: hauser lacour  
Gesamtherstellung: Beltz Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza

Dieses Papier ist alterungsbeständig nach DIN/ISO 9706.

ISBN 978-3-486-71342-8  
eISBN 978-3-486-71518-7

Unserem  
hochgeschätzten akademischen Lehrer

**Professor Dr. Kurt Bohr**

anlässlich seines 75. Geburtstages  
gewidmet.



# Vorwort zur 10. Auflage

Das vorliegende Lehrbuch bewährt sich seit nun mehr als zwanzig Jahren und fand eine äußerst positive Resonanz im Markt. Das Buch wendet sich an Studierende wirtschaftswissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge, die sich grundlegende Kenntnisse über das Produktions-Management, d.h. das Gebiet der betrieblichen Leistungserstellung vornehmlich in Industrieunternehmen, erarbeiten möchten. Angesprochen werden auch interessierte Praktiker aus den Bereichen Produktion, Logistik, Materialwirtschaft und Controlling. Ihnen soll das Buch als Orientierungshilfe für die Lösung produktionswirtschaftlicher Probleme ihres Tätigkeitsbereichs dienen.

Die nunmehr vorliegende 10. Auflage wurde zum Anlass genommen, den gesamten Text kritisch durchzusehen, zu ergänzen und weiter zu verbessern. *Kapitel 1* ordnet das Thema Produktions-Management in die Betriebswirtschaftslehre ein und skizziert den betriebswirtschaftlichen Gestaltungsbereich der Produktion. *Kapitel 2* behandelt die Bereitstellung und den effizienten Einsatz der Produktionsfaktoren dispositiver Faktor, Betriebsmittel, Werkstoffe und menschliche Arbeit. *Kapitel 3* vermittelt die Grundlagen der Produktions- und Kostentheorie. *Kapitel 4* stellt Aufgabenbereiche und Entscheidungskalküle der operativen Produktionsplanung und -steuerung vor. Den Schwerpunkt bilden die operative Produktionsprogrammplanung, die Planung der Materialbereitstellung einschließlich der Losgrößenplanung, Ansätze zur Durchlaufterminierung und zur Kapazitätsabstimmung sowie Lösungskonzepte zur Reihenfolgeplanung. Neuere Systeme der computergestützten Produktions- und Logistikplanung („Advanced Planning Systems“) sowie zur Produktionssteuerung mit Hilfe sog. Manufacturing Execution Systems werden ebenfalls vorgestellt.

Die vorliegende Neuauflage hat erneut Prof. Dr. Robert Obermaier unter Mitwirkung von Dr. Nicolas Maier-Scheubeck besorgt. Natürlich soll dieses Lehrbuch auch in Zukunft weiter verbessert werden; entsprechende Anregungen sind stets willkommen. Alle verbliebenen Fehler gehen selbstverständlich ausschließlich zu Lasten der Verfasser.

Passau, im Januar 2012

Die Verfasser



# Inhaltsverzeichnis

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>VORWORT ZUR 10. AUFLAGE</b> | <b>VII</b> |
|--------------------------------|------------|

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> | <b>XV</b> |
|------------------------------|-----------|

## **1 PRODUKTIONS-MANAGEMENT ALS BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE GESTALTUNGSAUFGABE 1**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.1   | Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre | 1  |
| 1.2   | Produktion und Wertschöpfung            | 4  |
| 1.2.1 | Produktion als Transformationsprozess   | 5  |
| 1.2.2 | Produktionsfaktoren                     | 6  |
| 1.2.3 | Aufgaben des Produktions-Managements    | 8  |
| 1.2.4 | Wertschöpfung und Fertigungstiefe       | 10 |
| 1.2.5 | Produktion in Wert- und Lieferketten    | 12 |
| 1.3   | Zielgrößen des Produktions-Managements  | 15 |
| 1.3.1 | Betriebswirtschaftliche Ziele           | 15 |
| 1.3.2 | Ökonomisches Prinzip                    | 16 |
| 1.3.3 | Produktionswirtschaftliche Ziele        | 17 |
| 1.3.4 | Produktivität                           | 18 |
| 1.3.5 | Wirtschaftlichkeit                      | 20 |
| 1.3.6 | Rentabilität                            | 20 |
| 1.3.7 | Wertorientierte Steuerung               | 22 |
| 1.3.8 | Balanced Scorecard und Strategy Maps    | 24 |

## **2 BEREITSTELLUNG UND EINSATZ VON PRODUKTIONSFAKTOREN 27**

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.1     | Dispositive Faktoren                       | 27 |
| 2.1.1   | Planung                                    | 27 |
| 2.1.1.1 | Begriff der Planung und Planungsprozess    | 27 |
| 2.1.1.2 | Modellbegriff und Planungskonzepte         | 28 |
| 2.1.1.3 | Planungshierarchie und -dimensionen        | 31 |
| 2.1.1.4 | Betriebliche Planungssysteme               | 34 |
| 2.1.1.5 | Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme | 36 |
| 2.1.2   | Entscheidung und Führung                   | 37 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 2.1.3     | Organisation   | 38  |
| 2.1.3.1   | Organisatorische Aufgabenbereiche                              | 38  |
| 2.1.3.2   | Aufbauorganisation   | 39  |
| 2.1.3.2.1 | Bildung von Organisationseinheiten                             | 39  |
| 2.1.3.2.2 | Leistungsbeziehungen   | 41  |
| 2.1.3.2.3 | Aufbauorganisatorische Grundmodelle                            | 44  |
| 2.1.3.3   | Ablauforganisation   | 47  |
| 2.1.3.3.1 | Arbeitsanalyse und -synthese                                   | 48  |
| 2.1.3.3.2 | Abbildung von Arbeitsabläufen                                  | 49  |
| 2.2       | Betriebsmittel   | 52  |
| 2.2.1     | Betriebsmittelarten  | 52  |
| 2.2.2     | Kapazität und Flexibilität von Betriebsmitteln                 | 53  |
| 2.2.3     | Beschaffung von Betriebsmitteln: Investition                   | 56  |
| 2.2.4     | Erhaltung der Ergiebigkeit von Betriebsmitteln: Instandhaltung | 57  |
| 2.2.5     | Fertigungsorganisation und -prozesse                           | 60  |
| 2.2.5.1   | Fließfertigung   | 62  |
| 2.2.5.2   | Werkstattfertigung   | 64  |
| 2.2.5.3   | Zentrenfertigung   | 65  |
| 2.2.5.4   | Fertigungsorganisation und Erzeugnisstruktur                   | 67  |
| 2.2.6     | Planung der Fertigungsorganisation                             | 69  |
| 2.2.6.1   | Layout-Planung bei Werkstattfertigung                          | 69  |
| 2.2.6.2   | Leistungsabstimmung bei nicht getakteter Fließfertigung        | 74  |
| 2.2.6.3   | Leistungsabstimmung bei getakteter Fließfertigung              | 74  |
| 2.3       | Werkstoffe   | 79  |
| 2.3.1     | Werkstoffarten   | 79  |
| 2.3.2     | Ergiebigkeitskomponenten                                       | 80  |
| 2.3.3     | Standardisierung   | 81  |
| 2.3.4     | Beschaffung von Werkstoffen                                    | 82  |
| 2.3.4.1   | Klassifikation von Werkstoffen                                 | 82  |
| 2.3.4.2   | Bereitstellungsprinzipien                                      | 88  |
| 2.3.4.3   | Bedarfsermittlung und Dispositionsprinzipien                   | 89  |
| 2.3.5     | Lagerhaltung   | 90  |
| 2.3.5.1   | Aufgaben und Systeme der Lagerhaltung                          | 90  |
| 2.3.5.2   | Lagerhaltungspolitiken   | 91  |
| 2.3.5.3   | Sicherheitsbestand und Lieferbereitschaftsgrad                 | 94  |
| 2.4       | Menschliche Arbeit   | 99  |
| 2.4.1     | Menschliche Arbeit als Produktionsfaktor                       | 99  |
| 2.4.2     | Arbeitsleistung  | 100 |
| 2.4.2.1   | Leistungsfähigkeit   | 100 |
| 2.4.2.2   | Leistungsbereitschaft  | 103 |
| 2.4.3     | Arbeitsgestaltung  | 104 |
| 2.4.4     | Arbeitsbewertung und -entlohnung                               | 110 |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| 2.4.4.1   | Arbeitsentgelt und Lohngerechtigkeit             | 110        |
| 2.4.4.2   | Arbeits- und Leistungsbewertung                  | 111        |
| 2.4.4.3   | Planung von Vorgabezeiten                        | 113        |
| 2.4.4.4   | Arbeitsentlohnung                                | 116        |
| 2.4.5   | Rechtsvorschriften zum Faktor Arbeit             | 119        |
| <b>3 THEORETISCHE GRUNDLAGEN DES OPERATIVEN PRODUKTIONS-MANAGEMENTS</b> |  | <b>123</b> |
| 3.1   | Klassifikation von Produktionsfunktionen         | 124        |
| 3.2   | Grundlagen der Produktions- und Kostentheorie    | 126        |
| 3.2.1   | Ermittlung effizienter Faktoreinsatzmengen       | 127        |
| 3.2.2   | Ermittlung der Minimalkostenkombination          | 130        |
| 3.3   | Spezielle Typen von Produktionsfunktionen        | 132        |
| 3.3.1   | Produktionsfunktion vom Typ A                    | 132        |
| 3.3.2   | Produktionsfunktion vom Typ B                    | 135        |
| 3.3.2.1   | Verbrauchsfunktionen als Grundlage               | 135        |
| 3.3.2.2   | Kostenfunktionen                                 | 138        |
| 3.3.2.3   | Ermittlung der optimalen Faktormengenkombination | 139        |
| 3.3.2.4   | Darstellung der verwendeten Symbole              | 142        |
| 3.3.3   | Weiterentwicklungen der Produktionstheorie       | 143        |
| <b>4 OPERATIVES PRODUKTIONS-MANAGEMENT</b>                              |  | <b>145</b> |
| 4.1   | Vorgaben des operativen Produktions-Managements  | 145        |
| 4.1.1   | Strategische Unternehmensplanung                 | 145        |
| 4.1.2   | Strategische Produktionsplanung                  | 148        |
| 4.1.3   | Taktische Produktionsplanung                     | 151        |
| 4.2   | Produktionsplanung und -steuerung (PPS)          | 153        |
| 4.2.1   | Grundkonzept von PPS-Systemen                    | 153        |
| 4.2.2   | Stufenkonzept konventioneller PPS-Systeme        | 154        |
| 4.2.3   | Entwicklung konventioneller PPS-Systeme          | 159        |
| 4.2.4   | Kritik an konventionellen PPS-Systemen           | 161        |
| 4.2.5   | Advanced Planning and Scheduling-Systeme         | 164        |
| 4.3   | Produktionsprogrammplanung                       | 167        |
| 4.3.1   | Aufgabe der Produktionsprogrammplanung           | 167        |
| 4.3.2   | Nachfrage- und Absatzprognose                    | 170        |
| 4.3.2.1   | Qualitative Prognoseverfahren                    | 170        |
| 4.3.2.2   | Quantitative Prognoseverfahren                   | 171        |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 4.3.3     | Hierarchische Produktionsprogrammplanung        | 178 |
| 4.3.3.1   | Ablauf der hierarchischen Programmplanung       | 178 |
| 4.3.3.2   | Aggregierte Programmplanung                     | 181 |
| 4.3.3.3   | Einsatz der linearen Programmierung             | 185 |
| 4.3.3.3.1 | Programmplanung ohne Engpass                    | 185 |
| 4.3.3.3.2 | Programmplanung bei einem Engpass               | 186 |
| 4.3.3.3.3 | Programmplanung bei mehreren Engpässen          | 187 |
| 4.3.3.4   | Master Production Schedule (MPS)                | 198 |
| 4.3.3.5   | Beurteilung der hierarchischen Vorgehensweise   | 200 |
| 4.4       | Materialbedarfsplanung                          | 203 |
| 4.4.1     | Sekundärbedarfsermittlung                       | 203 |
| 4.4.1.1   | Bedarfsorientierte Verfahren                    | 205 |
| 4.4.1.2   | Verbrauchsorientierte Verfahren                 | 212 |
| 4.4.2     | Losgrößenplanung                                | 213 |
| 4.4.2.1   | Das Losgrößenplanungsproblem                    | 213 |
| 4.4.2.2   | Statische Modelle der Losgrößenplanung          | 215 |
| 4.4.2.2.1 | Prämissen des Grundmodells der Losgrößenplanung | 215 |
| 4.4.2.2.2 | Zielsetzung und Planungsparameter               | 216 |
| 4.4.2.2.3 | Das klassische Losgrößenmodell (Grundmodell)    | 221 |
| 4.4.2.2.4 | Losgrößenplanung bei offener Produktion         | 224 |
| 4.4.2.2.5 | Losgrößenplanung bei geschlossener Produktion   | 226 |
| 4.4.2.2.6 | Das Lossequenzproblem                           | 228 |
| 4.4.2.3   | Dynamische Modelle der Losgrößenplanung         | 232 |
| 4.4.2.3.1 | Gleitende wirtschaftliche Losgröße              | 233 |
| 4.4.2.3.2 | Kostenausgleichsverfahren                       | 235 |
| 4.4.2.3.3 | Silver-Meal-Heuristik                           | 236 |
| 4.4.2.3.4 | Kritische Betrachtung der Losgrößenheuristiken  | 236 |
| 4.4.2.3.5 | Wagner-Whitin-Algorithmus                       | 237 |
| 4.5       | Auftragsterminierung                            | 240 |
| 4.5.1     | Aufgabe und Anwendungsbereich                   | 240 |
| 4.5.2     | Arbeitspläne                                    | 242 |
| 4.5.3     | Durchlaufterminierung                           | 243 |
| 4.5.3.1   | Fertigungsaufträge mit parallelen Arbeitsgängen | 248 |
| 4.5.3.1.1 | Grundlegende Begriffe der Netzplantechnik       | 248 |
| 4.5.3.1.2 | Konstruktion eines Vorgangspfeilnetzes          | 249 |
| 4.5.3.1.3 | Zeitanalyse im Rahmen der Netzplantechnik       | 254 |
| 4.5.3.2   | Fertigungsaufträge ohne parallele Arbeitsgänge  | 259 |
| 4.5.3.3   | Maßnahmen der Durchlaufzeitreduzierung          | 259 |
| 4.5.3.3.1 | Reduktion von Übergangszeiten                   | 261 |
| 4.5.3.3.2 | Splitting von Arbeitsvorgängen                  | 262 |
| 4.5.3.3.3 | Überlappung von Arbeitsgängen                   | 264 |
| 4.5.4     | Kapazitätsterminierung                          | 264 |
| 4.5.4.1   | Ermittlung der Kapazitätsbelastung              | 265 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 4.5.4.2   | Kapazitätsabgleich                                  | 267 |
| 4.5.4.2.1 | Anpassung der Kapazität an die Belastung            | 267 |
| 4.5.4.2.2 | Anpassung der Belastung an die Kapazität            | 269 |
| 4.6       | Auftragsfreigabe                                    | 271 |
| 4.7       | Produktionssteuerung                                | 274 |
| 4.7.1     | Aufteilungsplanung                                  | 274 |
| 4.7.2     | Reihenfolgeplanung                                  | 274 |
| 4.7.2.1   | Ausgangsdaten der Reihenfolgeplanung                | 275 |
| 4.7.2.2   | Prämissen des Reihenfolgeproblems                   | 277 |
| 4.7.2.3   | Ziele der Reihenfolgeplanung                        | 278 |
| 4.7.2.3.1 | Minimierung der Gesamtdurchlaufzeit                 | 279 |
| 4.7.2.3.2 | Minimierung der maximalen Durchlaufzeit             | 280 |
| 4.7.2.3.3 | Minimierung der Terminüberschreitungszeit           | 281 |
| 4.7.2.3.4 | Minimierung der Gesamtleezeit der Maschinen         | 282 |
| 4.7.2.3.5 | Zielkonflikte im Rahmen der Reihenfolgeplanung      | 282 |
| 4.7.2.4   | Darstellung von Auftragsfolgen                      | 283 |
| 4.7.2.5   | Lösung ausgewählter Reihenfolgeplanungsprobleme     | 286 |
| 4.7.2.5.1 | $N / 1 / - / D$ -Problem                            | 287 |
| 4.7.2.5.2 | $N / 2 / R / D_{\max}$ -Problem                     | 287 |
| 4.7.2.5.3 | $N / 2 / W / D_{\max}$ -Problem                     | 289 |
| 4.7.2.5.4 | Heuristiken für komplexere Reihenfolgeprobleme      | 290 |
| 4.7.3     | Betriebsdatenerfassung                              | 291 |
| 4.8       | Weiterentwicklung von PPS-Systemen                  | 292 |
| 4.8.1     | Neuere Entwicklungen in PPS-Systemen                | 292 |
| 4.8.2     | Input-Output-Control                                | 294 |
| 4.8.3     | Belastungsorientierte Auftragsfreigabe              | 295 |
| 4.8.4     | KANBAN-Steuerung                                    | 297 |
| 4.8.5     | Steuerung mit Fortschrittszahlen                    | 302 |
| 4.8.6     | Optimized Production Technology                     | 303 |
| 4.9       | Konzept der computerintegrierten Produktion         | 306 |
| 4.9.1     | Computer Integrated Manufacturing (CIM)             | 306 |
| 4.9.2     | Manufacturing Execution Systems (MES)               | 308 |
| 4.9.2.1   | Integrierte Informationsverarbeitung mit MES        | 308 |
| 4.9.2.2   | Durchführung eines Fertigungsauftrages mit MES      | 312 |
| 4.9.2.2.1 | Start eines Fertigungsauftrags durch das PPS-System | 312 |
| 4.9.2.2.2 | NC-Programmierung für den Fertigungsauftrag         | 312 |
| 4.9.2.2.3 | Zuteilung des Fertigungsauftrages auf NC-Maschine   | 312 |
| 4.9.2.2.4 | Werkzeugeinstellung und -vermessung                 | 313 |
| 4.9.2.2.5 | Rüstvorgang an NC-Maschine und Qualitätskontrolle   | 313 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>LITERATURVERZEICHNIS</b> | <b>315</b> |
| <b>STICHWORTVERZEICHNIS</b> | <b>327</b> |

# Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1-1: Leistungs- und Finanzbereich eines Unternehmens .....          | 4  |
| Abbildung 1-2: Modell eines einstufigen Produktionsprozesses .....            | 6  |
| Abbildung 1-3: Produktionsfaktorsystem .....                                  | 7  |
| Abbildung 1-4: Produktions-Management als Regelkreissystem .....              | 8  |
| Abbildung 1-5: Planungsebenen des Produktions-Managements .....               | 9  |
| Abbildung 1-6: Wertschöpfung .....  | 11 |
| Abbildung 1-7: Mehrstufige Lieferkette (Supply Chain) .....                   | 13 |
| Abbildung 1-8: Bullwhip-Effekt in mehrstufigen Lieferketten .....             | 14 |
| Abbildung 1-9: Input-Output-Performance-Kennzahlen .....                      | 19 |
| Abbildung 1-10: ROI-Kennzahlensystem .....                                    | 22 |
| Abbildung 1-11: Balanced Scorecard und „Strategy Map“ .....                   | 25 |
| Abbildung 2-1: Zeitliche Planungsebenen .....                                 | 32 |
| Abbildung 2-2: Rollierende Planung .....                                      | 33 |
| Abbildung 2-3: Betriebliches Planungssystem .....                             | 35 |
| Abbildung 2-4: SAP R/3 Module und Client-Server-Konfiguration .....           | 36 |
| Abbildung 2-5: Aufgabenanalyse und -synthese .....                            | 40 |
| Abbildung 2-6: Einliniensystem .....  | 42 |
| Abbildung 2-7: Mehrliniensystem .....   | 42 |
| Abbildung 2-8: Stab-Linien-System mit Stabshierarchie .....                   | 43 |
| Abbildung 2-9: Beispiel einer funktionalen Organisationsstruktur .....        | 44 |
| Abbildung 2-10: Beispiel einer objektorientierten Organisationsstruktur ..... | 46 |
| Abbildung 2-11: Beispiel einer Matrixorganisation .....                       | 47 |
| Abbildung 2-12: Methoden der Arbeitsanalyse .....                             | 48 |
| Abbildung 2-13: Zusammenhang von Aufbau- und Ablauforganisation .....         | 49 |
| Abbildung 2-14: Organisationstechnischer Arbeitsablaufplan .....              | 50 |
| Abbildung 2-15: EPK einer Kundenauftragsbearbeitung .....                     | 51 |
| Abbildung 2-16: Kapazitätsdimensionen .....                                   | 54 |
| Abbildung 2-17: Instandhaltungsmaßnahmen .....                                | 58 |
| Abbildung 2-18: Periodische Instandhaltungsstrategien .....                   | 59 |
| Abbildung 2-19: Organisationstypen der Fertigung .....                        | 61 |
| Abbildung 2-20: Fließfertigung .....  | 63 |
| Abbildung 2-21: Werkstattfertigung .....                                      | 64 |
| Abbildung 2-22: Produktstrukturen und -prozesse .....                         | 67 |
| Abbildung 2-23: Eignung unterschiedlicher Fertigungskonzepte .....            | 68 |
| Abbildung 2-24: Entfernungsberechnung .....                                   | 70 |
| Abbildung 2-25: Distanz- und Transportkostenmatrix .....                      | 71 |
| Abbildung 2-26: Ausgangszuordnung und Transportkosten .....                   | 72 |
| Abbildung 2-27: Verbesserungsverfahren 1. Vertauschung (Zyklus 1) .....       | 73 |
| Abbildung 2-28: Verbesserungsverfahren 2. Vertauschung (Zyklus 1) .....       | 73 |
| Abbildung 2-29: 1. Vertauschung (Zyklus 2) .....                              | 73 |
| Abbildung 2-30: 2. Vertauschung (Zyklus 2) .....                              | 73 |
| Abbildung 2-31: Arbeitselemente eines Fließsystems .....                      | 76 |
| Abbildung 2-32: Leistungsabstimmung nach MN-Regel .....                       | 76 |
| Abbildung 2-33: Arbeitssysteme nach Leistungsabstimmung .....                 | 77 |
| Abbildung 2-34: Prioritätsregeln zur Leistungsabstimmung .....                | 79 |
| Abbildung 2-35: Leistungsabstimmung eines Fließsystems .....                  | 78 |
| Abbildung 2-36: Bedarfsmengen und Verbrauchswerte (Beispiel) .....            | 84 |
| Abbildung 2-37: ABC-Analyse (Beispiel) .....                                  | 84 |
| Abbildung 2-38: Graphische ABC-Analyse (Beispiel) .....                       | 85 |
| Abbildung 2-39: XYZ-Analyse .....   | 87 |
| Abbildung 2-40: Kombinierte ABC- und XYZ-Analyse .....                        | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| Abbildung 2-41: Lagerbestandsverlauf.....   | 93  |
| Abbildung 2-42: Stochastisches Lagermodell.....                                   | 95  |
| Abbildung 2-43: Sicherheitsbestand und stochastische Bedarfe.....                 | 96  |
| Abbildung 2-44: Optimaler Lieferbereitschaftsgrad.....                            | 98  |
| Abbildung 2-45: Standardnormalverteilung.....                                     | 97  |
| Abbildung 2-46: Beispiel zur Theorie der Lernkurve.....                           | 101 |
| Abbildung 2-47: Empirische Ermittlung des Degressionsfaktors.....                 | 102 |
| Abbildung 2-48: Arbeitsteilung und Leistungsgrad.....                             | 106 |
| Abbildung 2-49: Ansatzpunkte zur Arbeitsgestaltung.....                           | 108 |
| Abbildung 2-50: Tageszeitliche Leistungsdisposition.....                          | 109 |
| Abbildung 2-51: Verfahren der Arbeitsbewertung.....                               | 111 |
| Abbildung 2-52: Genfer Schema der Anforderungsarten.....                          | 112 |
| Abbildung 2-53: REFA-Schema zur Auftragszeitermittlung.....                       | 114 |
| Abbildung 2-54: Arbeitskostenbestandteile im verarbeitenden Gewerbe.....          | 116 |
| Abbildung 2-55: Lohnbestandteile.....   | 117 |
| Abbildung 2-56: Auswahl von Rechtsvorschriften zum Faktor Arbeit.....             | 121 |
| Abbildung 3-1: Ertragsgebirge im Zwei-Faktor-Fall.....                            | 126 |
| Abbildung 3-2: Schnitt durch das Ertragsgebirge.....                              | 128 |
| Abbildung 3-3: Substitutionsbereich von Isoquanten.....                           | 129 |
| Abbildung 3-4: Graphische Ermittlung der Minimalkostenkombination.....            | 131 |
| Abbildung 3-5: Gesamtertrags- und Grenzertragskurve.....                          | 133 |
| Abbildung 3-6: Idealtypischer Verlauf der Produktionsfunktion vom Typ A.....      | 134 |
| Abbildung 3-7: Vierphasen-Schema der Produktionsfunktion vom Typ A.....           | 135 |
| Abbildung 3-8: Kostenverlauf bei zeitlicher und intensitätsmäßiger Anpassung..... | 141 |
| Abbildung 4-1: Instrumente der strategischen Planung.....                         | 147 |
| Abbildung 4-2: Positionierung des Order Penetration Point.....                    | 150 |
| Abbildung 4-3: Stufenkonzept der Produktionsplanung und -steuerung.....           | 155 |
| Abbildung 4-4: Informationsverarbeitung in PPS-Systemen.....                      | 158 |
| Abbildung 4-5: Interdependenzen zwischen PPS-Teilplänen.....                      | 162 |
| Abbildung 4-6: Grundstruktur von APS-Systemen.....                                | 165 |
| Abbildung 4-7: Inputdaten der Produktionsprogrammplanung.....                     | 168 |
| Abbildung 4-8: Einfache exponentielle Glättung.....                               | 173 |
| Abbildung 4-9: Doppelte exponentielle Glättung.....                               | 175 |
| Abbildung 4-10: Zwei-Faktor-Modell von Holt.....                                  | 176 |
| Abbildung 4-11: Struktur von APP und MPS.....                                     | 180 |
| Abbildung 4-12: Kapazitätsnachfrage und Produktionsleistung im APP.....           | 182 |
| Abbildung 4-13: Symbolverzeichnis für die lineare Programmierung.....             | 187 |
| Abbildung 4-14: Produktionskoeffizientenmatrix.....                               | 191 |
| Abbildung 4-15: Graphische Lösung der linearen Programmierung.....                | 193 |
| Abbildung 4-16: Simplex-Starttableau.....   | 195 |
| Abbildung 4-17: Simplextableau (1. Iteration).....                                | 197 |
| Abbildung 4-18: Simplextableau (2. Iteration).....                                | 197 |
| Abbildung 4-19: Beispiel einer APP und eines MPS.....                             | 199 |
| Abbildung 4-20: Güterbedarfsarten.....  | 204 |
| Abbildung 4-21: Erzeugnisbaum geordnet nach Fertigungsstufen.....                 | 206 |
| Abbildung 4-22: Erzeugnisbaum geordnet nach Dispositionsstufen.....               | 207 |
| Abbildung 4-23: Gozinto-Graph.....  | 208 |
| Abbildung 4-24: Erzeugnisbaum mit Vorlaufzeiten (Beispiel).....                   | 210 |
| Abbildung 4-25: Nettobedarfsrechnung und Vorlaufzeitverschiebung.....             | 211 |
| Abbildung 4-26: Ökonomische Wirkungen alternativer Lose.....                      | 214 |
| Abbildung 4-27: Analogie der Losgrößen- und Bestellmengenplanung.....             | 215 |
| Abbildung 4-28: Symbolverzeichnis der Losgrößenplanung.....                       | 217 |
| Abbildung 4-29: Verlauf der Rüst- und der Lagerkosten.....                        | 220 |
| Abbildung 4-30: Bestandsverlauf bei unendlicher Produktionsgeschwindigkeit.....   | 221 |
| Abbildung 4-31: Bestandsverlauf bei offener Produktion.....                       | 225 |
| Abbildung 4-32: Bestandsverlauf bei geschlossener Produktion.....                 | 227 |

|   |     |
|---|-----|
| Abbildung 4-33: Symbolverzeichnis beim strengen Produktionszyklus .....                         | 229 |
| Abbildung 4-34: Beispiel zur Gleitenden wirtschaftlichen Losgröße .....                         | 234 |
| Abbildung 4-35: Beispiel zum Kostenausgleichsverfahren .....                                    | 235 |
| Abbildung 4-36: Beispiel zur Silver-Meal-Heuristik .....  | 236 |
| Abbildung 4-37: Beispiel zum Wagner-Whitin-Algorithmus .....                                    | 239 |
| Abbildung 4-38: Komponenten der Auftragsdurchlaufzeit .....                                     | 245 |
| Abbildung 4-39: Größenverhältnisse der Auftragsdurchlaufzeitbestandteile .....                  | 247 |
| Abbildung 4-40: Darstellung eines Vorgangs im Vorgangspfeilnetz .....                           | 250 |
| Abbildung 4-41: Scheinvorgänge bei identischen Anfangs- und Endereignissen x und y .....        | 250 |
| Abbildung 4-42: Konstruktionsbeispiele zur Netzplantechnik: Fall 1 .....                        | 251 |
| Abbildung 4-43: Konstruktionsbeispiele zur Netzplantechnik: Fall 2 .....                        | 251 |
| Abbildung 4-44: Konstruktionsbeispiele zur Netzplantechnik: Fall 3 .....                        | 252 |
| Abbildung 4-45: Konstruktionsbeispiele zur Netzplantechnik: Fall 4 .....                        | 252 |
| Abbildung 4-46: Konstruktionsbeispiele zur Netzplantechnik: Reduktion von Scheinvorgängen ..... | 253 |
| Abbildung 4-47: Verzeichnis der bei der Zeitanalyse verwendeten Symbole .....                   | 255 |
| Abbildung 4-48: Darstellung der Zeitgrößen in einem Vorgangspfeilnetz .....                     | 257 |
| Abbildung 4-49: Zusammenhänge zwischen den Pufferzeiten .....                                   | 257 |
| Abbildung 4-50: Gantt-Diagramm zur Auftragsfortschrittskontrolle .....                          | 258 |
| Abbildung 4-51: Lossplitting .....  | 263 |
| Abbildung 4-52: Überlappende Fertigung .....  | 264 |
| Abbildung 4-53: Belastungsprofil vor Kapazitätsabgleich .....                                   | 266 |
| Abbildung 4-54: Maßnahmen des Kapazitätsabgleichs .....   | 268 |
| Abbildung 4-55: Kapazitätsabgleich mittels Belastungsanpassung .....                            | 270 |
| Abbildung 4-56: Belastungsprofil nach Kapazitätsabgleich .....                                  | 270 |
| Abbildung 4-57: Durchlaufzeitsyndrom .....  | 273 |
| Abbildung 4-58: Bearbeitungszeitenmatrix .....  | 275 |
| Abbildung 4-59: Maschinenfolgegraph .....   | 276 |
| Abbildung 4-60: Maschinenfolgematrix .....  | 276 |
| Abbildung 4-61: Symbolverzeichnis der Reihenfolgeplanung .....                                  | 279 |
| Abbildung 4-62: Zykluszeit eines Auftragsbestands .....   | 281 |
| Abbildung 4-63: Auftragsfolgegraph .....  | 284 |
| Abbildung 4-64: Auftragsfolgematrix .....   | 284 |
| Abbildung 4-65: Ablaufgraph .....   | 285 |
| Abbildung 4-66: Auftragsfolge-Gantt .....   | 286 |
| Abbildung 4-67: Trichtermodell der Input-Output-Control .....                                   | 295 |
| Abbildung 4-68: Trichtermodell und Durchlaufdiagramm .....                                      | 296 |
| Abbildung 4-69: KANBAN-Karte .....  | 298 |
| Abbildung 4-70: Ablauf einer KANBAN-Steuerung .....   | 300 |
| Abbildung 4-71: KANBAN-Steuerung im Vergleich zu zentralem PPS-System .....                     | 301 |
| Abbildung 4-72: Fortschrittszahlendiagramm .....  | 302 |
| Abbildung 4-73: OPT-Konzept und Drum-Buffer-Rope-Prinzip .....                                  | 304 |
| Abbildung 4-74: Integrierte Informationsverarbeitung im Industriebetrieb .....                  | 307 |
| Abbildung 4-75: Integration eines MES in die IT-Gesamtarchitektur .....                         | 310 |
| Abbildung 4-76: „Informationsdrehscheibe“ MR-CM <sup>©</sup> .....                              | 311 |



# 1

## Produktions-Management als betriebswirtschaftliche Gestaltungsaufgabe

---

Gegenstand des vorliegenden Lehrbuches sind betriebswirtschaftliche Entscheidungsprobleme des Produktions-Managements, insbesondere der Produktionsplanung und -steuerung, sowie die Darstellung theoretisch geeigneter und praktisch erprobter Lösungskonzepte. Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der folgenden Ausführungen, das Handlungsfeld des Produktions-Managements aus dem Wissenschaftsverständnis der Betriebswirtschaftslehre heraus zu entwickeln und grundlegende Begriffe zu erläutern.

### 1.1 Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre

Menschen streben nach *Bedürfnisbefriedigung*. Während die menschlichen Bedürfnisse praktisch als unbegrenzt angesehen werden, stehen die zur Bedürfnisbefriedigung geeigneten Mittel (Güter oder Dienstleistungen) von Natur aus nicht unbeschränkt zur Verfügung, d.h. sie sind knapp. Das Spannungsverhältnis zwischen unbegrenztem Bedarf und beschränkten Deckungsmöglichkeiten zwingt die Menschen zu wirtschaftlichem Handeln. Wirtschaftlich handeln bedeutet, die verfügbaren Mittel zielgerichtet so einzusetzen, dass ein möglichst hohes Maß an Be-

dürfnisbefriedigung erreicht wird. Zur Bedürfnisbefriedigung fehlende Güter müssen beschafft werden. Die einfachste Form ist der Tauschhandel, um überschüssige Güter gegen solche Güter einzutauschen, die zur Befriedigung eigener Bedürfnisse dienen. Damit dies gelingt, müssen jedoch folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- es muss ein Tauschpartner gefunden werden, der das gewünschte Gut besitzt;
- der Tauschpartner muss bereit sein, das begehrte Gut gegen die zum Tausch angebotenen Güter einzutauschen;
- in Verhandlungen muss Einigkeit über die anzuwendende Austauschrelation erzielt werden;
- die zu tauschenden Güter müssen entsprechend der festgelegten Austauschrelation teilbar sein.

Ein als Tauschwirtschaft organisiertes Wirtschaftssystem impliziert relativ hohe Such- bzw. Verhandlungskosten (sog. *Transaktionskosten*) und ermöglicht nur wenige erfolgreich abgeschlossene Handelsgeschäfte.

Demgegenüber kann durch die Festlegung einer von den Marktteilnehmern anerkannten Tauscheinheit erreicht werden, dass ein größeres Handelsvolumen bei geringeren Transaktionskosten zustande kommt. Bei Verwendung von *Geld* als von allen Marktteilnehmern anerkanntem Wertmaßstab im Sinne eines gesetzlichen Zahlungsmittels verlieren die beiden erstgenannten Tauschvoraussetzungen sowie das letztgenannte Argument ihre Bedeutung. Selbst die Festlegung der anzuwendenden Austauschrelation wird vereinfacht, da durch den Rückgriff auf Geld zumindest die Dimension des Wertmaßstabes vorgegeben ist. Eine so organisierte Marktwirtschaft gilt als effizientes Wirtschaftssystem, das durch geringe Transaktionskosten und ein großes Handelsvolumen gekennzeichnet ist.

*Geld* als von allen Marktteilnehmern anerkannter Wertmaßstab symbolisiert in diesem Zusammenhang einen noch nicht konkretisierten Anspruch auf zur individuellen Bedürfnisbefriedigung geeignete Güter. Entsprechend ist es möglich, nicht unmittelbar den Erwerb von zur Bedürfnisbefriedigung geeigneten Gütern, sondern vielmehr die Ansammlung von Geldvermögen als universell anerkanntes Tauschmittel anzustreben. Hierdurch wird eine Trennung zwischen Einkommenserwerb und -verwendung möglich. Etwas vereinfachend, aber durchaus zutreffend, lässt sich dieses Erwerbsstreben auch mit der Zielsetzung „to make money“

umschreiben. Individuen können demnach versuchen, ihr Einkommen (Veränderung des Geldvermögens) im Hinblick auf die später angestrebte Einkommensverwendung (Steigerung der Bedürfnisbefriedigung, Maximierung des Konsumnutzens) zu mehren.

Die Existenz von Geld als universellem Tauschmittel erlaubt zudem arbeitsteiliges Wirtschaften. Menschen spezialisieren sich auf bestimmte wirtschaftliche Tätigkeiten, die ihnen etwa besonders liegen, und tauschen die dabei erzielten Resultate auf Märkten gegen Geld. Doch nicht alle wirtschaftlichen Transaktionen werden über Märkte abgewickelt. So ist zu beobachten, dass sich Individuen auf vertraglicher Basis in rechtlich-organisatorischen Einheiten, den Unternehmen, zusammenfinden. Arbeitsteiliges Wirtschaften erfordert die Koordination ökonomischer Aktivitäten. Hierbei entstehen Kosten für die Suche nach Marktüberblick, für Preisverhandlungen, Kosten des eigentlichen Vertragsabschlusses und für die nachfolgenden Koordinations-, Organisations- und Kontrollkosten. Die Höhe dieser *Transaktionskosten* entscheidet zusammen mit den eigentlichen Produktionskosten, ob sich eher der Markt oder das Unternehmen (oder eine Zwischenform) als Koordinationsform für die Leistungserstellung eignet.<sup>1</sup> Die Existenz von Unternehmen wird folglich darauf zurückgeführt, dass durch eine arbeitsteilige Leistungserstellung in einem Unternehmen bestimmte Transaktionen kostengünstiger durchgeführt werden können, als wenn diese jeweils einzeln und immer wieder aufs Neue auf Märkten beschafft werden müssten.<sup>2</sup>

Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die *Betriebswirtschaftslehre* als Teil der Sozialwissenschaften mit der Frage, in welcher Form institutionalisierte Handlungsabläufe zur Verringerung der Unsicherheiten von Individuen bezüglich Einkommenserwerb beitragen können. Einkommenserwerb als *Unternehmensziel* dient in diesem Zusammenhang der Trennung (Separation) wirtschaftlichen Handelns im Unternehmen von den regelmäßig divergierenden und im Zeitablauf veränderlichen individuellen Bedürfnissen der am Unternehmensergebnis interessierten und zu beteiligenden Individuen (*Stakeholder*); hierzu zählen u. a. die Eigentü-

---

<sup>1</sup> Die Höhe der Transaktionskosten hängt neben der Koordinationsform (Markt oder Unternehmen) auch von der Häufigkeit der vorzunehmenden Transaktionen, der Spezifität und von der Unsicherheit hinsichtlich Qualität, Menge und Termin der zu transferierenden Leistung ab.

<sup>2</sup> Die Fundamente der Transaktionskostentheorie wurden schon 1937 in einem Aufsatz von *Ronald H. Coase* gelegt, der eben jene Frage nach den Entstehungsgründen für Unternehmen aufwarf.

mer (Shareholder), Fremdkapitalgeber, Arbeitnehmer, Kunden, Lieferanten und der Staat. Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre ist folglich die rechtlich-organisatorische Einheit *Unternehmung* als Institution zum Abbau von Unsicherheiten beim Einkommenserwerb. Der *Betrieb* stellt hierbei den güter- und produktionswirtschaftlichen Teil der Unternehmung dar, der von einem *Management*, das selbstbestimmt plant und entscheidet, geführt wird (Autonomieprinzip). Üblicherweise wird die Aufgabe des Managements daher mit Planung (und Entscheidung), Steuerung sowie Kontrolle beschrieben.

## 1.2 Produktion und Wertschöpfung

Ausgehend von der Güterebene lässt sich der *Leistungsbereich* von Unternehmen in drei Funktionsbereiche einteilen: Beschaffung, Produktion und Absatz (Abbildung 1-1).

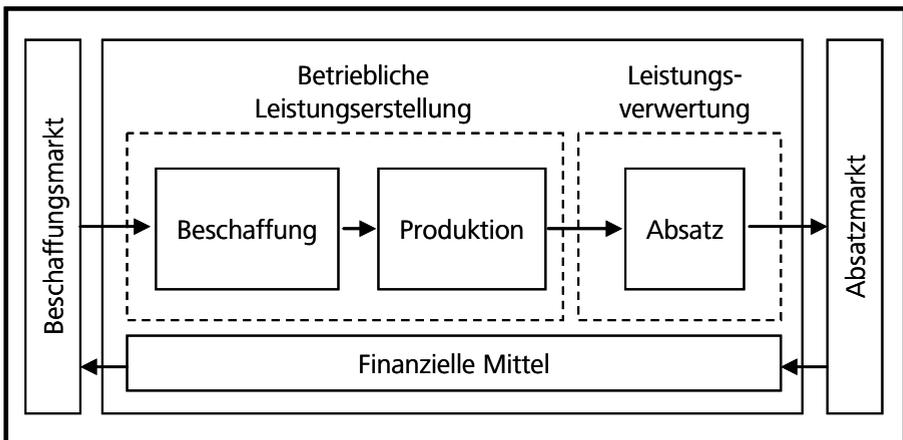


Abbildung 1-1: Leistungs- und Finanzbereich eines Unternehmens

Im Mittelpunkt des Unternehmens steht der Funktionsbereich der *Produktion*. Dort werden die Produktionsfaktoren so miteinander kombiniert, dass Güter und Dienstleistungen als Endprodukte entstehen. Diese Produkte werden auf Absatzmärkten verkauft. Dies ist Aufgabe des betrieblichen Funktionsbereichs *Absatz* bzw. Marketing. Bevor jedoch mit der Produktion begonnen werden kann, sind Produktionsfaktoren zu beschaffen und bereitzustellen. Dies ist Aufgabe des Funktionsbereichs *Beschaffung* (Einkauf). Die betrieblichen Funktionsbereiche Beschaffung und Produktion bilden zusammen den Bereich der betrieblichen Leistungserstellung; der Absatz stellt die Leistungsverwertung dar. Neben dem Lei-

stungsbereich, der die güterwirtschaftliche Sphäre des Unternehmens abbildet, stellt der Finanzbereich die finanzwirtschaftliche Sphäre mit den Zu- und Abflüssen finanzieller Mittel dar. Das betriebliche Rechnungswesen verbindet die Güter- mit der Zahlungsebene im Rahmen einer Wertrechnung. Hierin werden die mengenmäßigen Geld- und Güterbewegungen eines Unternehmens erfasst, abgebildet und bewertet.

Eng verbunden mit der Leistungserstellung sind die Problemstellungen der *Logistik*, da es vor, während und nach der betrieblichen Leistungserstellung erforderlich ist, räumliche, zeitliche und mengenmäßige Überbrückungsleistungen zu erbringen, um Verfügbarkeitsprobleme zu lösen. Typische logistische Aufgaben sind die Beschaffung und Vorhaltung von Werkstoffen, der Transport von Werkstoffen an ein Arbeitssystem, der Weitertransport von Werkstücken zwischen zwei Fertigungsstufen, die Lagerung von Fertigerzeugnissen sowie die Auslieferung an die Kunden. Zur Logistik zählen somit alle Transport-, Umschlags- und Lagertätigkeiten in den betrieblichen Funktionsbereichen Beschaffung, Produktion und Absatz. Aufgrund dieser offensichtlichen Querschnittsfunktion der Logistik sind die Aufgaben der Produktion und der Logistik im Bereich der betrieblichen Leistungserstellung untrennbar miteinander verbunden.

### 1.2.1 Produktion als Transformationsprozess

Gegenstand der Produktion ist die Kombination und Transformation von Produktionsfaktoren (*Input*), so dass ein bestimmter Zweck (*Output*), das sogenannte *Sachziel* (z.B. die Herstellung von Automobilen), unter Beachtung des Formalziels (z.B. Gewinnmaximierung) bestmöglich erreicht wird (Abbildung 1-2). Die Ergebnisse des Transformationsprozesses sind die für den Absatzmarkt bzw. für weitere Transformationsprozesse bestimmten Güter oder Dienstleistungen, die nach ihrem Verwendungszweck als (End- oder Zwischen-) Produkte bezeichnet werden.

Allgemein können einstufige und mehrstufige Produktionsprozesse unterschieden werden. Mehrstufige Produktionsprozesse sind durch die Verkettung von parallel oder sukzessiv ablaufenden einstufigen Produktionsprozessen gekennzeichnet. Sowohl die technische Komplexität von Produkten als auch die Anforderungen an deren wirtschaftliche Erzeugung begünstigen eine Spezialisierung von Produktionsprozessen. Daraus folgt, dass sich nur ganz wenige Produkte in einem einstufigen Produktionsprozess herstellen lassen. In der Praxis überwiegen daher mehrstufige Produktionsprozesse.

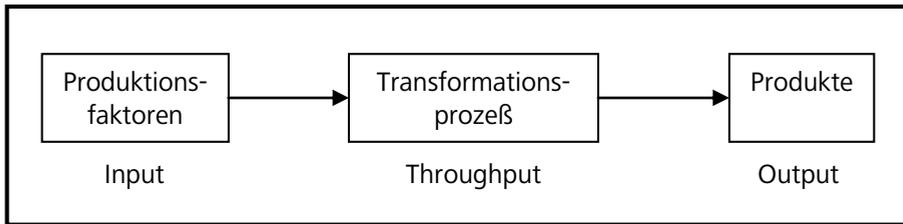


Abbildung 1-2: Modell eines einstufigen Produktionsprozesses

### 1.2.2 Produktionsfaktoren

*Produktionsfaktoren* sind Güter oder Dienstleistungen, die in den Transformationsprozess eingehen und zur Herstellung von anderen Sachgütern oder Dienstleistungen dienen. Aus der denkbaren Vielzahl von Gütern und Dienstleistungen lassen sich Produktionsfaktoren nach gemeinsamen Merkmalen in ein allgemeines System einordnen. Nach einem auf *Erich Gutenberg* (1897-1984) zurückgehenden Schema können Produktionsfaktoren gemäß Abbildung 1-3 in die Elementarfaktoren Arbeit, Werkstoffe und Betriebsmittel sowie die dispositiven Faktoren Leitung (Betriebs- und Geschäftsführung), Planung und Organisation unterschieden werden.

Der *dispositive Faktor* umfasst jenen Teil der menschlichen Tätigkeit, der in Form planender, steuernder und kontrollierender Aktivitäten die Kombination der Elementarfaktoren mittelbar bewirkt. Die *Leitungsinstanz* legt die zu verfolgenden Ziele, die einzusetzenden Mittel und die Kombination der Produktionsfaktoren fest und setzt diese Entscheidungen auch durch (Führung); sie bildet den originären dispositiven Faktor. Bezogen auf den Bereich der betrieblichen Leistungserstellung handelt es sich um das Produktions-Management. Zur Entscheidungsunterstützung bilden die Bereiche *Planung* (und Kontrolle) sowie *Organisation* sog. derivative dispositive Faktoren. Während die Planung der Vorbereitung von Entscheidungen dient, vergleicht die Kontrolle das realisierte mit dem angestrebten (geplanten) Ergebnis und analysiert etwaige Abweichungen. Um Entscheidungen umsetzen zu können, ist eine Organisation erforderlich; d.h. die Verteilung von Aufgaben und die Übertragung von Befugnissen auf Mitarbeiter.

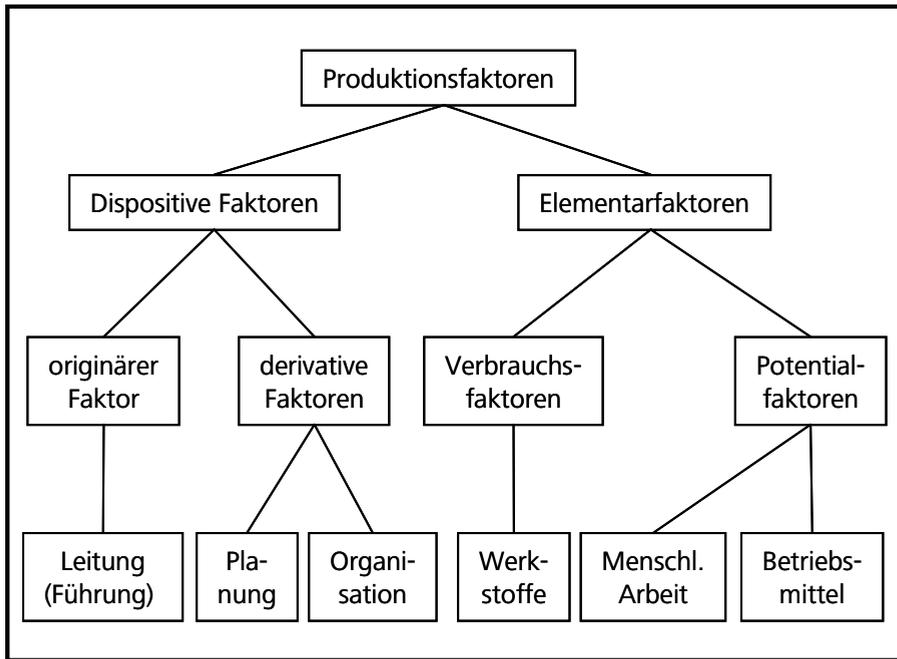


Abbildung 1-3: Produktionsfaktorsystem

Die *Elementarfaktoren* lassen sich zunächst in zwei Gruppen einteilen. Repetier- oder *Verbrauchs-faktoren* (Werkstoffe) werden bei ihrem Einsatz im Transformationsprozess entweder sofort verbraucht, indem sie substantieller Bestandteil der Produkte werden (Rohstoffe, Hilfsstoffe, Bauteile, Baugruppen) oder durch ihren Verbrauch den Produktionsvorgang erst ermöglichen und damit nicht mehr zur Verfügung stehen (Betriebsstoffe). Als Bestands- oder *Potenzialfaktoren* bezeichnet man diejenigen Elementarfaktoren, die Leistungspotenziale besitzen und diese beim Transformationsprozess über mehrere Perioden hinweg zur Verfügung stellen. Potenzialcharakter haben sowohl *Betriebsmittel*, zu denen alle Einrichtungen und Anlagen zählen, die die technischen Voraussetzungen zur betrieblichen Leistungserstellung bilden, als auch die *menschliche Arbeitsleistung* in Form von ausführender, unmittelbar mit der Leistungserstellung in Zusammenhang stehenden Tätigkeiten. Potenzialfaktoren sind die maßgeblich das Leistungsvermögen, d.h. die Kapazität eines Betriebs determinierenden Faktoren.

### 1.2.3 Aufgaben des Produktions-Managements

Ein Produktionsprozess stellt eine eindeutige Kombination von Produktionsfaktoren zur Erstellung bestimmter Leistungen dar. Allerdings können viele Leistungen durch alternative Prozesse (z.B. Verfahrenswahl) bewirkt werden, womit sich ein Dispositionsspielraum eröffnet. Die Freiheitsgrade sind dabei vielfach von der im Produktionsprozess eingesetzten Produktions- und Informationstechnologie sowie von der ablauforganisatorischen Gestaltung abhängig. Sichtbar werden Produktionsprozesse in einer Folge von Arbeitsvorgängen. Die Festlegung der Art und Weise, wie die Produktionsfaktoren in Produkte transformiert werden sollen, das Erarbeiten von Handlungsvorschlägen im Produktionsbereich, ist Gegenstand des *Produktions-Managements*. Als dispositivem Faktor obliegt dem Produktions-Management im Leistungserstellungsbereich eines Unternehmens die Willensbildung, Willensdurchsetzung und -sicherung.

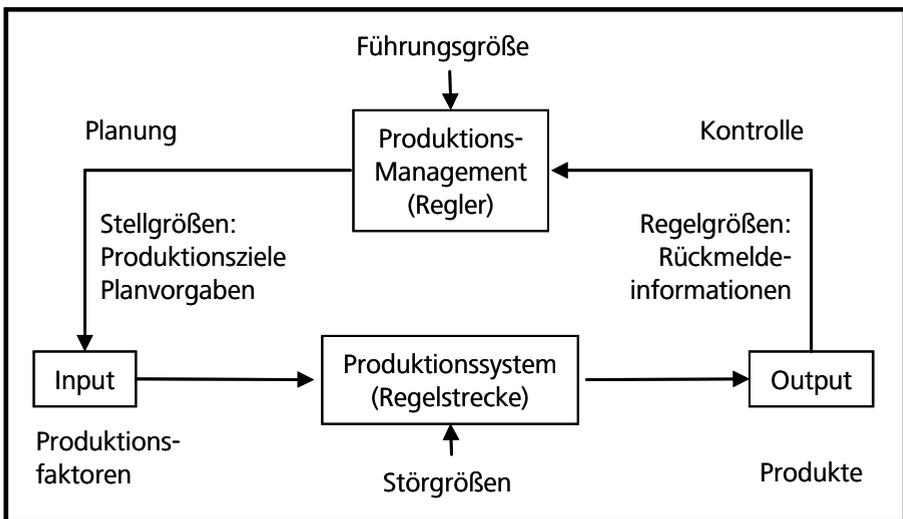


Abbildung 1-4: Produktions-Management als Regelkreissystem

Das Produktions-Management steuert die betriebliche Leistungserstellung vergleichbar einem *Regelkreissystem* (Abbildung 1-4). Das Tätigkeitsfeld umfasst die systematische Analyse von Handlungsalternativen im Bereich der Produktion, die zielorientierte Auswahl bestmöglicher Alternativen im Sinne von Planentscheidungen (Planung), sowie deren Umsetzung in das reale Produktionsgeschehen (Steuerung); angesichts der vielfältigen auf die Produktion einwirkenden Störgrößen kommt der zeitnahen Überwachung der Aufgabenerfüllung (Kontrolle) besondere Bedeutung zu.

Im Produktionssystem laufen die *materiellen Prozesse* der Kombination und Transformation der Produktionsfaktoren ab. Das übergeordnete Führungssystem Produktions-Management – der Regler – umfasst die *informationsverarbeitenden Prozesse* zur zielkonformen Gestaltung und Steuerung des Produktionssystems. Durch den Informationsinput (Produktionsziele und Planvorgaben) und den Produktionsfaktorinput werden die Transformationsprozesse im Produktionssystem (der Regelstrecke) ausgelöst. Output des Produktionssystems sind die Produkte und die damit korrespondierenden Rückmeldeinformationen, die als Istwerte mit den Sollwerten (Produktionsziele und Planvorgaben) verglichen werden (Kontrolle). Abweichungen lösen einen erneuten Durchlauf des Regelkreises aus.

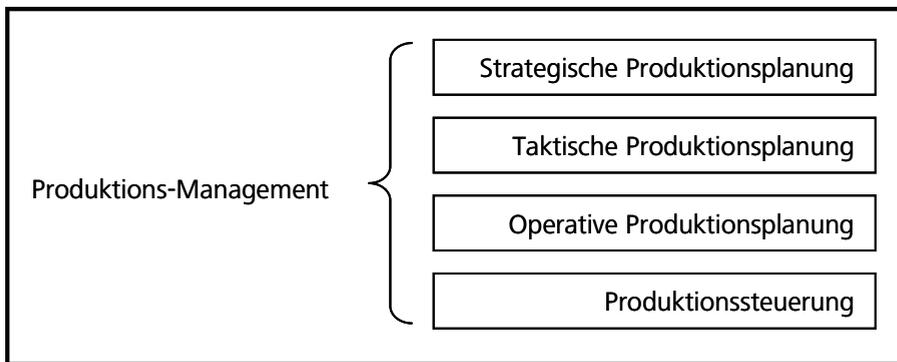


Abbildung 1-5: Planungsebenen des Produktions-Managements

Angesichts der Komplexität dieses Aufgabenbereichs bildet das Regelkreissystem die Aufgaben des Produktions-Managements nur sehr vereinfacht ab. Tatsächlich obliegen dem Produktions-Management Planungs- und Steuerungsaufgaben von unterschiedlicher Tragweite für das Unternehmen. Sie lassen sich in hierarchisch abgestufte Teilbereiche zerlegen und entsprechenden Managementebenen zuordnen. Die einzelnen Planungsebenen unterscheiden sich dabei im Hinblick auf den sachlichen und zeitlichen Aggregationsgrad des jeweiligen Entscheidungsfelds (vgl. Abbildung 1-5).

Die Aufgabe der *strategischen Produktionsplanung* besteht in der Ziel- und Strategiefindung für das System der betrieblichen Leistungserstellung. Der Fokus liegt auf dem Schaffen und dem Erhalten einer wettbewerbsfähigen Produktion. Die Aufgabe der *taktischen Produktionsplanung* beinhaltet die Konkretisierung der Strategien, wobei vor allem Entscheidungen über die Produkte (Output), die zu beschaffenden

Produktionsfaktoren (Input), den Auf- oder Abbau von Kapazitäten sowie über die Organisation der Produktion (Throughput) zu fällen sind. Die Aufgaben der *operativen Produktionsplanung* umfassen – basierend auf den Vorgaben der strategischen und taktischen Planung – die Bestimmung des Produktionsprogramms einer Periode und die daraus abgeleitete Planung des Materialbedarfs und der Produktionsdurchführung. Die (operative) *Produktionssteuerung* ist auf die konkrete Durchführung der Produktion bezogen und basiert auf der operativen Produktionsplanung.

Gegenstand dieses Lehrbuchs ist vor allem das operative Produktions-Management, welches sich mit der operativen Produktionsplanung und der Produktionssteuerung befasst. Charakteristisch für die *Produktionsplanung und -steuerung* (PPS) ist, dass sie von vorgegebenen Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel von verfügbaren Kapazitäten oder existierenden Produktionssystemen ausgeht.

#### 1.2.4 Wertschöpfung und Fertigungstiefe

Produktion ist ein Wertschöpfungsprozess. Um *Wertschöpfung* zu erzielen, werden aus einfachen oder komplexen Inputgütern sowie Dienstleistungen in ihrem Wert gesteigerte Outputgüter erzeugt. Ein Betrieb schöpft buchstäblich dann Wert, wenn er Produktionsfaktoren zu einem bestimmten Preis erwirbt, mit deren Hilfe neue Güter herstellt und diese Güter dann zu einem höheren Preis verkauft.

Wertschöpfung lässt sich demnach additiv bestimmen als Summe aller Aufwendungen, die nicht Vorleistungscharakter haben. Subtraktiv betrachtet ist Wertschöpfung die in Geldeinheiten gemessene Differenz zwischen dem Wert der vom Betrieb abgegebenen Güter oder Dienste, der Lagerproduktion sowie aktivierter Eigenleistungen (sog. Bruttoproduktionswert) und dem Wert der von anderen Unternehmen bezogenen Güter und Dienste, d.h. dem Wert der Vorleistungen (Abbildung 1-6).

Kennzeichnend für die Globalisierung der Wirtschaft ist eine zunehmende internationale Arbeitsteilung und damit eine auf verschiedene Unternehmen und Länder verteilte Wertschöpfung. Um ein Produkt für den Endverbraucher herzustellen, vollziehen sich arbeitsteilige Wertschöpfungsprozesse. Aber nicht alle Teilprozesse der Wertschöpfung werden an einem Ort, im selben Betrieb oder Unternehmen ausgeführt.

Der Teil der Wertschöpfung eines Produkts, der von einem Unternehmen erbracht wird, bestimmt dessen *Fertigungstiefe*; d.h. das Ausmaß der eigenen Produktionsleistung (= Wertschöpfung) im Verhältnis zur insge-

samt erforderlichen Gesamtleistung (= Bruttoproduktionswert) für ein Endprodukt. Die Bestimmung der optimalen Fertigungstiefe ist eine schwierige Aufgabe, die in den Bereich des strategischen Produktions-Managements fällt. Hierzu sind Entscheidungen darüber zu treffen, wie viele und welche Produktionsstufen im eigenen Unternehmen anzusiedeln sind.

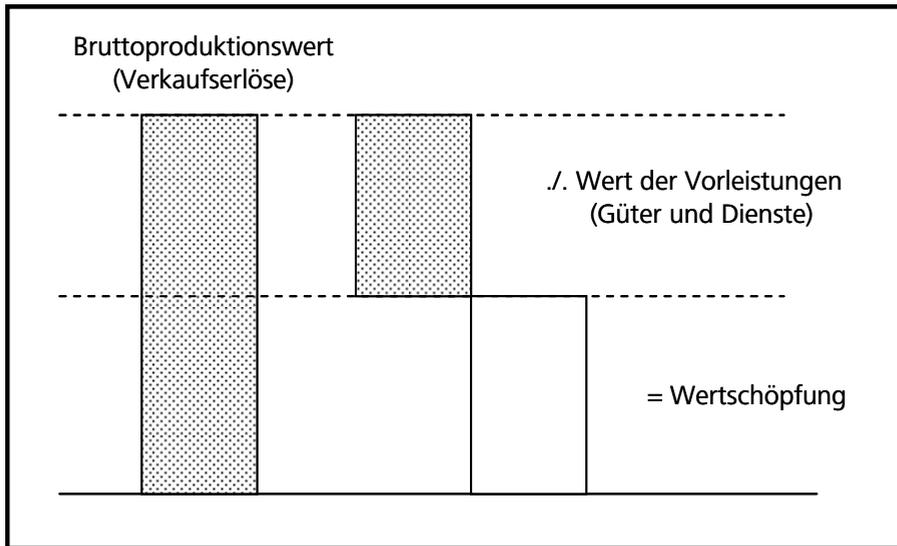


Abbildung 1-6: Wertschöpfung

Die Entscheidungen über Eigenfertigung und Fremdbezug (Make-or-Buy) von Gütern und Dienstleistungen stehen in engem Zusammenhang mit dieser Frage, da der Umfang an Komponenten, die ein Unternehmen selbst erstellt oder von außen bezieht, die Fertigungstiefe bestimmt. Das eine Extrem besteht darin, dass ein Unternehmen die gesamte erforderliche Wertschöpfung vom Rohmaterial bis zum Endprodukt selbst durchführt. Im anderen Extrem bezieht ein Unternehmen Fertigerzeugnisse, um diese ohne eigenen Produktionsprozess sofort wieder abzusetzen. Im Normalfall erzeugt ein Unternehmen nur einen bestimmten Anteil an der gesamten Wertschöpfung, die fehlenden Anteile werden von externen Lieferanten bezogen.

Stellt ein Unternehmen bisher von Lieferanten bezogene Güter selbst her, so nimmt es eine *Rückwärtsintegration* vor und erhöht somit seine Fertigungstiefe. Erweitert ein Unternehmen seine Tätigkeit in den Bereich bisheriger Abnehmer, so wird dies als *Vorwärtsintegration* (auch vertikale Integration) bezeichnet.

### 1.2.5 Produktion in Wert- und Lieferketten

Die *Wertkette (Value Chain)* ist eine auf *Michael E. Porter* (1999b) zurückgehende Modellvorstellung, nach der die Aktivitäten und die Funktionsweise eines Unternehmens als eine Abfolge von wertschöpfenden Aktivitäten (Eingangslogistik, Produktion, Distributionslogistik, Service) dargestellt werden können.

Regelmäßig ist die Wertkette eines Unternehmens in (unternehmens-) übergreifende, mehrstufige *Lieferketten (Supply Chains)* eingebunden. Vorgelagert (upstream) finden sich die Lieferanten, nachgelagert (downstream) die Abnehmer (Weiterverarbeiter, Handel oder Endkunden) eines Unternehmens. Die der Produktion des Unternehmens vorgelagerten Stufen der Beschaffung und Belieferung sind Gegenstand der Beschaffungslogistik (inbound logistics), während die Vertriebslogistik (outbound logistics) die der Produktion nachgelagerten Stufen über den Handel bis zum Endverbraucher betrachtet.

Diese den Blick bewusst über die Unternehmensgrenzen lenkende Sichtweise von den Lieferanten der Lieferanten bis zu den Abnehmern der Abnehmer ist Gegenstand des *Supply Chain Managements* (Abbildung 1-7).<sup>3</sup> Gestaltungsobjekt ist dabei neben dem Güter- und Informationsfluss in einem Netzwerk, das aus Knoten (Lieferanten, Produzenten, Händler, Abnehmer) und Kanten (Güter- und Informationsflüsse) besteht, auch das Netzwerk selbst.

Die in einer Lieferkette typischerweise von der Kundenseite an den Handel oder direkt an den Hersteller ausgehenden Nachfrageimpulse werden sukzessive an Hersteller und Lieferanten weitergegeben und lösen Güterströme aus, die entweder aus Fertigungsaufträgen (Make-to-Order) oder Lagerbeständen (Make-to-Stock) stammen.

---

<sup>3</sup> (Mehrprodukt-)Unternehmen sind regelmäßig an mehreren Supply Chains beteiligt, die weniger einer Kette (chain) sondern eher einem Netzwerk von Lieferanten und Abnehmern ähneln. Zum Konzept der Lieferkette vgl. bereits früh *Seyffert* (1951) und *Schäfer* (1980).

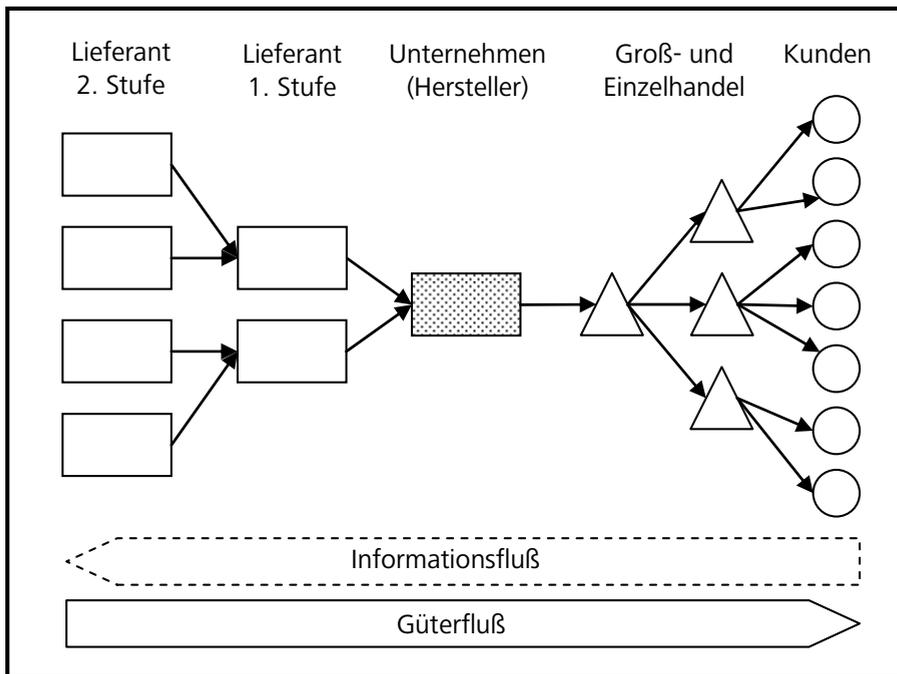


Abbildung 1-7: Mehrstufige Lieferkette (Supply Chain)

Zu den klassischen Problemstellungen des Supply Chain Managements gehört der sog. Bullwhip-Effekt. Dieses v. a. in mehrstufigen Lieferketten empirisch zu beobachtende Phänomen zeigt sich darin, dass selbst bei geringer Nachfragevariabilität auf der Kundenseite Bestellmengen und Lagerbestände auf den vorgelagerten Stufen große Schwankungen aufweisen (Abbildung 1-8). Insbesondere aufgrund von Störungen und Verzerrungen bei der Übermittlung des Bedarfs führen bereits kleine Änderungen der Endkundennachfrage stromaufwärts in der Lieferkette zu immer größeren Ausschlägen in den Bestellmengen.

So beobachtete der Konsumgüterhersteller *Procter & Gamble* ein zunächst unerklärliches Phänomen für die bekannten „Pampers-Windeln“: Während die Nachfrage der Konsumenten gemessen an den Verkaufszahlen der Einzelhändler erwartungsgemäß relativ konstant war, bestellten die Großhändler sehr stark schwankende Mengen. Dies erschwerte die Nachfrageprognose, die Produktions- und Kapazitätsplanung und führte vermehrt zum Aufbau von Beständen. Schließlich schwankten die eigenen Bestellungen bei den Rohstofflieferanten vergleichsweise noch stärker und ließen zudem keinen Zusammenhang zur Endkundennachfrage mehr erkennen.

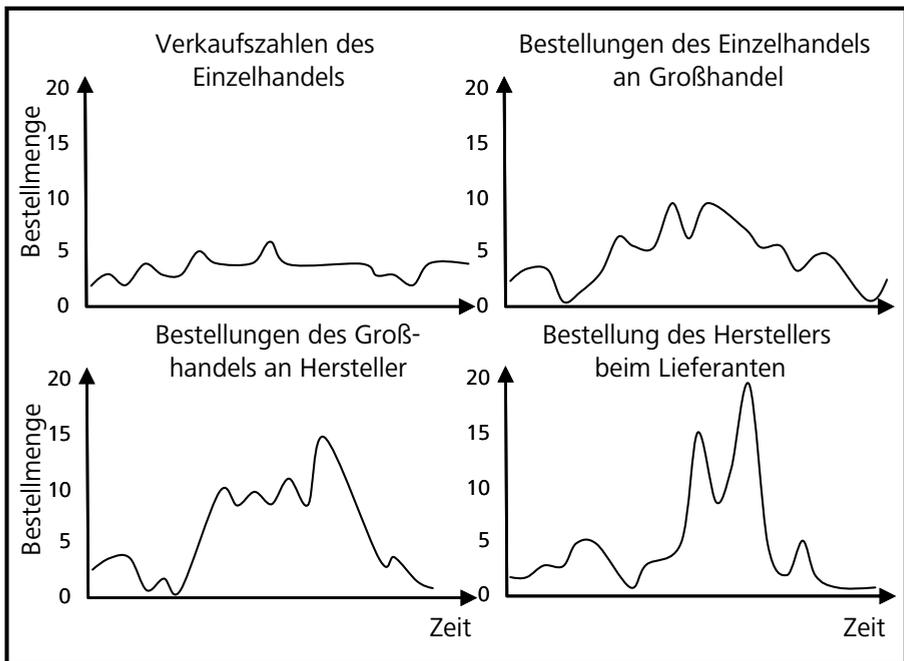


Abbildung 1-8: Bullwhip-Effekt in mehrstufigen Lieferketten<sup>4</sup>

Erstmals beschrieben wurde das Phänomen des Bullwhip-Effekts durch *Jay W. Forrester* (1958), der in einem Simulationsmodell den Zusammenhang zwischen Bestellungen und Lagerbeständen untersuchte. Als Ursachen für den Bullwhip-Effekt wurden vor allem schlechte Nachfrageprognosen durch nur lokale Verarbeitung von Nachfrageinformationen, Bündelung (Losbildung) von Bestellungen, preispolitische Maßnahmen zur Verkaufsförderung sowie Mengenrationierung bei Lieferengpässen und damit zusammenhängende „Phantombestellungen“ ausgemacht. Als wirksame Vermeidungsstrategien gelten besserer Informationsaustausch, Verkürzung von Lieferketten durch Elimination einzelner Stufen sowie die Verkürzung von Durchlaufzeiten zur Erhöhung der Flexibilität.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Abbildung in Anlehnung an *Lee et al.* (1997a).

<sup>5</sup> Vgl. *Lee et al.* (1997 a, b).

## 1.3 Zielgrößen des Produktions-Managements

### 1.3.1 Betriebswirtschaftliche Ziele

*Ziele* sind Aussagen über in Zukunft angestrebte Zustände, die als Ergebnis von Entscheidungen erreicht werden sollen. Zu ihrer eindeutigen Formulierung gehören Angaben zu *Inhalt* (Größe, die durch eine Entscheidung beeinflusst werden soll), *Ausmaß* (Maximierung, Minimierung, Fixierung, Begrenzung) und *zeitlichem Bezug* (Periode, in der ein Ziel erreicht werden soll).

Werden mehrere Ziele gleichzeitig nebeneinander verfolgt, ist auf die *Zielbeziehungen* zu achten. Besteht keine Zielbeziehung spricht man von *Zielneutralität* oder -indifferenz. beeinflusst die Verfolgung eines Zieles die Verfolgung eines anderen Zieles negativ, so spricht man von *Zielkonkurrenz*. Die Lösung von Zielkonflikten kann in einer Zielunterdrückung, Zielgewichtung oder Optimierung bestehen, bei der eine (Haupt-) Ziel-funktion unter Einhaltung von Nebenbedingungen entweder maximiert oder minimiert wird. Bei *Zielkomplementarität* fördern sich Ziele gegenseitig. Dies kann beispielsweise in einer Zielhierarchie veranschaulicht werden, bei der übergeordnete Ziele durch Ziele auf untergeordneter Hierarchiestufe präzisiert werden und zwischen über- und untergeordneten Zielen eine Mittel-Zweck-Beziehung besteht. Während untergeordnete Ziele in einem komplementären Verhältnis zum übergeordneten Ziel stehen, können Ziele einer Hierarchieebene aber durchaus konkurrieren.

Als wichtige Zielkategorien werden Sach- und Formalziele unterschieden. Das *Sachziel* der Unternehmung bezieht sich grundsätzlich auf das Produktionsprogramm, d.h. auf Art, Menge, Qualität und Zeitpunkt der am Markt abzusetzenden Produkte. Das Sachziel gibt somit vor, was, in welcher Menge, in welcher Qualität und zu welchem Termin produziert werden soll. Neben absoluten Zielgrößen (Produktionsmenge, Lagerbestand, Durchlaufzeit, Ausschuss) finden hierbei auch relative Zielgrößen Verwendung (Produktivität, Ausschussquote).

*Formalziele* leiten sich demgegenüber aus den obersten Unternehmenszielen ab und beantworten im Kern die Frage, welcher Erfolgsmaßstab zur Beurteilung des wirtschaftlichen Handelns herangezogen werden soll. Formalziele manifestieren sich regelmäßig in monetären Größen. So findet das Erwerbssstreben (erwerbswirtschaftliches Prinzip) häufig seinen konkreten Ausdruck in absoluten Zielgrößen wie Gewinn (Differenz aus Erträgen und Aufwendungen), Betriebserfolg (Differenz aus Erlösen und

Kosten) oder Cash Flow (Differenz aus Ein- und Auszahlungen) oder hiervon abgeleiteten relativen Zielgrößen wie Wirtschaftlichkeit oder Rentabilität. Neben diesen Periodenerfolgsgrößen findet in Theorie und Praxis zunehmend auch das mehrperiodige Ziel der Steigerung des Unternehmenswerts (Shareholder Value) Verbreitung. Der Wert eines Unternehmens entspricht dabei der Summe der mit einem Kapitalkostensatz diskontierten in Zukunft erwarteten Zahlungsüberschüsse (Cash Flows).<sup>6</sup>

Im Kern lässt sich folglich der Gegenstandsbereich der Betriebswirtschaftslehre damit umschreiben, wirtschaftliches Handeln in Unternehmen so zu organisieren, dass der Unternehmenswert möglichst groß wird.

### 1.3.2 Ökonomisches Prinzip

Rationales wirtschaftliches Handeln unterliegt dem *ökonomischen Prinzip* (Wirtschaftlichkeitsprinzip), das – als allgemeines Rationalprinzip zunächst ohne Festlegung auf konkrete Ziele – in zweifacher Weise interpretiert werden kann:

- bei gegebenem Mitteleinsatz den größtmöglichen Zielbeitrag zu realisieren (*Maximumprinzip*);
- einen vorgegebenen Zielbeitrag mit dem geringstmöglichen Mitteleinsatz zu realisieren (*Minimumprinzip*).

Die beiden Ausprägungen des ökonomischen Prinzips sind dabei klar voneinander zu trennen; die Forderung, mit dem geringstmöglichen Mitteleinsatz den größtmöglichen Zielbeitrag zu realisieren, ist aus logischen Gründen nicht haltbar.<sup>7</sup>

Das ökonomische Prinzip ermöglicht eine Trennung in effiziente und ineffiziente Handlungsalternativen; es ist bei entsprechender Operationalisierung auf alle betriebswirtschaftlichen Entscheidungsprobleme anwendbar und dient insbesondere auch als Grundlage der Produktions- und Kostentheorie. Nach dem Minimumprinzip ist eine Handlungsalternative

---

<sup>6</sup> Die Zielsetzungen der Gewinnmaximierung und der Unternehmenswertsteigerung sind über das Konstrukt des *Residualgewinns* (Gewinn abzüglich kalkulatorischer Kapitalkosten) miteinander verknüpft. In der Praxis findet das Residualgewinnkonzept (bekannt als *Economic Value Added*) breite Anwendung.

<sup>7</sup> Man stelle sich hierzu vor, einen möglichst hohen Turm mit einer möglichst geringen Anzahl an Ziegelsteinen zu bauen.

dann effizient, wenn es keine andere Alternative gibt, die einen identischen Zielbeitrag mit geringerem Mitteleinsatz ermöglicht; nach dem Maximumprinzip ist eine Handlungsalternativen effizient, wenn es keine andere Alternative gibt, die bei identischem Mitteleinsatz einen größeren Zielbeitrag verspricht (*Effizienzprinzip*). Mit Hilfe des ökonomischen Prinzips kann die optimale Alternative aber nur dann ermittelt werden, wenn genau eine Entscheidungsalternative in vorgenanntem Sinne effizient ist.

### 1.3.3 Produktionswirtschaftliche Ziele

Wirtschaftliches Handeln im Bereich der Produktion so zu organisieren, dass der Unternehmenswert möglichst groß wird, ist keine triviale Aufgabe. Der Grund liegt darin, dass die Mehrzahl produktionswirtschaftlicher Aktivitäten nicht direkt monetär wirksam sind. Bezogen auf das operative Produktions-Management ist zu konstatieren, dass es nur in eingeschränktem Maße zum Unternehmensziel Unternehmenswertsteigerung beitragen kann. Denn durch die Festlegungen vorgelegter Planungsstufen sind u. a. die erzielbaren Erlöse weitgehend vorgegeben. Bei gegebenen Kapazitäten sind auch die Kosten nicht in ihrer gesamten Höhe beeinflussbar. Die Kosten, die auch dann noch anfallen (sollen), wenn der Output gegen Null tendiert, die Betriebsbereitschaft aber aufrechterhalten wird, werden als fixe Kosten bezeichnet und können vom operativen Produktions-Management kaum beeinflusst werden. Daher kann das operative Produktions-Management vor allem versuchen, den Teil der Kosten zu beeinflussen, der sich mit der Ausbringungsmenge ändert (variable Kosten).

Bei gegebenen Preisen der Endprodukte ( $i = 1 \dots I$ ) stellt damit der (Stück-) Deckungsbeitrag als Differenz aus Preis  $p_i$  und variablen Stückkosten  $k_i^{\text{var}}$  eine wichtige monetäre Periodenzielgröße des Produktions-Managements dar. Bezogen auf die abgesetzten Mengen  $x_i$  der Produkte dient der (Gesamt-) Deckungsbeitrag dazu, die fixen Kosten zu decken und – soweit möglich – mit dem überschießenden Betrag einen Gewinn zu erzielen. Die Zielfunktion zur Maximierung des Deckungsbeitrages ( $D$ ) lautet:

$$D = \sum_{i=1}^I (p_i - k_i^{\text{var}}) \cdot x_i \rightarrow \max! \quad (1.1)$$

Nicht selten treten in der Praxis des operativen Produktions-Managements aber erhebliche Probleme bei der Ermittlung bestimmter variabler Kostenarten auf; vor allem was die Ermittlung von Opportuni-

tätskosten im Bereich der Rüst-, Lager-, Transport-, Qualitäts- sowie Terminüberschreitungskosten angeht. Daher greift man ersatzweise u. a. auf folgende nicht-monetäre Größen zurück: *termingerechte Bereitstellung* (hohe Liefertreue, z.B. durch geringe Durchlaufzeiten) der *gewünschten Mengen* (z.B. durch geringe Ausschuss oder Nacharbeitsquote) in der *vorgegebenen Qualität* (z.B. durch hohe Prozesssicherheit) mit möglichst *geringen Kosten* (z.B. durch hohe Kapazitätsauslastung).

### 1.3.4 Produktivität

Unter Rückgriff auf das ökonomische Prinzip geht es im Rahmen der Produktion darum, so zu handeln, dass der angestrebte Output mit einem Minimum an Input erreicht wird (Minimumprinzip) bzw. dass der Output bei gegebenem Input möglichst groß ausfällt (Maximumprinzip). Generell geht es um die Messung der *Performance* des Transformationsprozesses zur Beurteilung des Erfolgs des operativen Produktions-Managements.

Unter Rückgriff auf rein mengenmäßige Größen können daher grundsätzlich folgende drei Kennzahlen zur Performance-Messung verwendet werden (Abbildung 1-9). Auf der Inputseite kann die *Auslastung* die Frage nach möglichen Leerkosten beantworten („Wieviel wird gearbeitet?“). Mögliche Messgrößen können sein: Ist-Arbeitsstunden im Vergleich zu Plan-Arbeitsstunden, Ist-Maschinenstunden im Vergleich zu Plan-Maschinenstunden, Ist-Rohstoffverbräuche im Vergleich zu Plan-Rohstoffverbräuchen.

Der eigentliche Produktionsprozess kann mit Hilfe der Kennzahl *Produktivität* nach seiner Ergiebigkeit beurteilt werden („Wird richtig gearbeitet?“). Die Ermittlung einer *Gesamtproduktivität*, d.h. des Verhältnisses des gesamten Outputs zum gesamten Input, steht vor der Schwierigkeit, Produktionsfaktoren und Produkte unterschiedlicher Arten, Mengen und Qualitäten zusammenfassen zu müssen. Daher werden regelmäßig *Teilproduktivitäten* (Faktorproduktivitäten) gebildet, bei denen die gesamte Ausbringungsmenge durch die Einsatzmenge eines Produktionsfaktors geteilt wird. Zur sinnvollen Beurteilung der Produktivität ist darauf zu achten, dass es sich bei der betrachteten Einsatz-Ausbringungs-Relation um ein kausales Ursache-Wirkungs-Verhältnis handelt. Zudem lassen erst Zeit- und Betriebsvergleiche bedeutsame Erkenntnisse erwarten.