

Klaus Erlach

Wertstrom- design

Der Weg zur schlanken Fabrik

 Springer

VDI

Klaus Erlach

Wertstromdesign

Klaus Erlach

Wertstromdesign

Der Weg zur schlanken Fabrik

Mit 130 Abbildungen

 Springer

Klaus Erlach

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
Stuttgart

klaus.erlach@gmx.de

www.wertstromdesign.de

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.

ISBN 978-3-540-37178-6 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- sendung, 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 Gren- zen 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.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Satz: Digitale Vorlage des Autors

Herstellung: LE-T_εX Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig

Einbandgestaltung: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier 68/3100/YL – 5 4 3 2 1 0

Where is the knowledge we have lost in information?

T. S. ELIOT *The Rock*

Vorwort

Ein Gespenst geht um in Deutschland – das Gespenst der Globalisierung. Zahlreiche Emerging Markets scheinen sich verschworen zu haben, der sozialen Marktwirtschaft deutscher Prägung mit Lohnkostendumping, laschen Umweltgesetzen und investitionsfreundlichen Steuersystemen den Garaus zu machen. Für die Beschäftigungsentwicklung in Deutschland zeichnet sich dementsprechend ein äußerst düsteres Bild, wenn zahlreiche Arbeitsplätze in der verarbeitenden Industrie von Verlagerungen ins kostengünstige Ausland bedroht sind. Ist dieses Bild richtig? Und kann man ihm etwas entgegensetzen?

In der aktuellen Globalisierungsdebatte verengt sich der Blick des globalen Kommunizierens, Handelns und Reisens auf eine rein ökonomische Perspektive, den Waren- und Kapitalmarkt. Die *Globalisierung* wird als Sachzwang dargestellt, den die einen als globalen ‚Freien Markt‘ der Chancen gutheißen und die anderen mit gleicher Verve als rücksichtslose Strategie der Gewinnmaximierung verdammen. Für beide Positionen scheint zu gelten, dass das ökonomische Sein mit seinen globalen Sachzwängen das ökologische, steuerliche und sozialstaatliche Bewusstsein bestimmt. Ob Affirmation oder Ablehnung – für ein produzierendes Unternehmen scheint nur noch die Verlagerung der Produktion die Wettbewerbsfähigkeit und damit das eigene Überleben sichern zu können. Wie aber könnten die Handlungsmöglichkeiten durch weitere Optionen erweitert werden?

Am stärksten von einer solchen möglichen Verlagerung betroffen ist die Produktion weitgehend standardisierter, arbeitsintensiver und leicht zu transportierender Produkte. Viele Firmen planen eine Verlagerung ihrer Produktion ausschließlich auf Grund der Lohnkostensparnis, die sie aus dem gegenwärtigen Lohnstundenbedarf und der Differenz der Löhne abschätzen können. Die Frage nach dem ‚ob‘ weicht dabei der Frage nach dem ‚wohin‘. Dieser Ansatz wirkt sehr verführerisch. Allerdings gibt es immer irgendwo eine Firma, die ein Produkt noch billiger herstellen kann als man selbst. Dieser Effekt trifft auf Produktionen in Ländern mit hohen Löhnen tendenziell stärker zu. Es gibt für jede Firma immer die Möglichkeit, irgendwo einen bezüglich der Lohnkosten noch billigeren Standort für die Produktion des eigenen Produktes zu finden – und dann eben dort-

hin umzuziehen. Bis dann dort die Löhne steigen und anderswo ein neuer Produktionsmarkt entdeckt wird. Das *Fabrik-Nomadentum* kommt insofern nie an ein Ende.

Nun ist aber eine Standortentscheidung zum einen von nicht geringer strategischer Bedeutung, da sie eine nur aufwendig zu korrigierende Bindung und Ausrichtung des Unternehmens bewirkt. Zum anderen ist die Kostenminimierung nicht die einzige Zielgröße in der Produktion. Neben dem Preis sind eine kundenorientierte Flexibilität, eine stabile Qualität sowie eine ausreichend kurze und verlässliche Lieferzeit ebenfalls relevant für den Markterfolg. Eine Standortentscheidung sollte daher ähnlich wie die Frage nach dem richtigen gesellschaftlichen Umgang mit Globalisierungseffekten nicht allein mit Blick auf die Lohnkosten getroffen werden, sondern auch die anderen Marktziele im Auge behalten.

Verlagerungsentscheidungen werden häufig getroffen, ohne dass mögliche Optimierungspotentiale am deutschen Standort berücksichtigt werden. Dies geschieht insbesondere dann, wenn man eine gewachsene Fabrikstruktur mit einem Neubauprojekt auf einer ausländischen ‚grünen Wiese‘ vergleicht. Durch diesen Vergleich unter ungleichen Voraussetzungen wird die zu verlagernde Produktion schlechter beurteilt, als es angemessen wäre. Aber nicht nur das. Vernachlässigt man die Optimierungsmöglichkeiten, dann hat das die unangenehme Folge, dass die ineffizienten Produktions- und Geschäftsprozesse des abgebenden Standorts auf den neuen Standort übertragen werden. Zusammen mit den Anlaufkosten und anderen Verlagerungsrisiken kann sich dadurch die Situation des Unternehmens noch verschlimmern anstatt sich zu verbessern. Bevor man das Wagnis einer Verlagerung mit ihren Kosten- und Zeitrisiken eingeht, sollte man also immer auch die Potentiale einer *Standortoptimierung* untersuchen.

Das vorliegende Buch stellt dazu eine sehr effektive und überaus hilfreiche Methode vor: das Wertstromdesign. Ursprünglich von Toyota für die Automobilbranche entwickelt, wird diese Methode inzwischen mit großem Erfolg auch in anderen Branchen eingesetzt. Am Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart konnte die *Wertstrommethode* erfolgreich in Fabrikplanungsprojekte integriert werden. So konnte die ursprüngliche Methode mit ihrem teilbereichsbezogenen Workshopcharakter hin zu einem mächtigen Planungswerkzeug entwickelt worden. Das hat mittlerweile dazu geführt, dass sich die Planer gar nicht mehr vorstellen können, wie noch vor wenigen Jahren Industrieprojekte ohne diese Methode überhaupt haben durchgeführt werden können.

Die Potentiale des Standorts Deutschland haben all jene Investoren erkannt, die solche Firmen aufkaufen, die in den Jahren zuvor die Optimierung ihrer Produktion versäumt haben und die sie nach der Reorganisation

mit hübschem Gewinn wieder verkaufen. Es ist Zeit, den Produktionsverantwortlichen eine geeignete Methode zur Überprüfung der Fabrikziele und zur Optimierung der Produktionsabläufe an die Hand zu geben. Dem Globalisierungsgerede wäre damit wenigstens auf der Fabrikebene ein adäquater Handlungsansatz entgegengestellt.

Ein Buchprojekt ist für einen Autor immer Vergnügen und Last zugleich. Besonderer Dank gilt daher all jenen, die durch Unterstützung und Ratschlag geholfen haben, die Last zu mindern und das Ergebnis der Bemühungen zu verbessern. Für die fachlichen Anregungen danke ich insbesondere Hans-Hermann Wiendahl, Michael Lickefett und Alexander Stamm. Die umsichtigen Korrekturleserinnen Susanne Ramsthaler und Karin Erlach haben vor allem für eine klare Strukturierung des Textes Sorge getragen. Ferner danke ich Minou Friele, Siegfried Reusch und Karin Mutter. Nicht zuletzt gebührt Dank denjenigen, die die Grundlagen für meine Arbeit geliefert haben. Mike Rother dafür, mich in die Methode eingeführt zu haben, dem Fraunhofer IPA für das anregende Arbeitsumfeld sowie all den produzierenden Firmen, die ich in fabrikorganisatorischer Hinsicht beraten durfte.

Stuttgart, im Februar 2007

Klaus Erlach

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	VII
1 Produktionsoptimierung	1
1.1 Die Organisation von Produktion	4
1.1.1 Die Fabrik	4
1.1.2 Der Wertstrom	7
1.2 Die vier Ziele der Produktion	13
1.2.1 Die Dilemmata der Produktionsablaufplanung	17
1.2.2 Das logische Zielquadrat	23
2 Wertstromanalyse.....	31
2.1 Produktfamilien	38
2.1.1 Die Produktfamilien-Matrix	39
2.1.2 Produktionsablauf und Familienähnlichkeit	41
2.2 Kundenbedarf	45
2.2.1 Kundentakt	47
2.2.2 Kundenbedarfsschwankungen	50
2.3 Produktion	53
2.3.1 Produktionsprozesse	56
2.3.2 Materialfluss	71
2.3.3 Auftragsabwicklung.....	79
2.4 Potentiale	92
2.4.1 Durchlaufzeit	94
2.4.2 Taktabstimmung	98
3 Wertstromdesign.....	105
3.1 Produktionsstrukturierung	114
3.1.1 Geschäftstypen	118
3.1.2 Ressourcenzuordnung.....	126
3.2 Gestaltung der Produktionsprozesse.....	129
3.2.1 Kapazitative Dimensionierung der Ressourcen.....	130
3.2.2 Einführung kontinuierlicher Fließfertigung.....	133

3.3 Produktionssteuerung	149
3.3.1 Direkte Verkopplung von Produktionsprozessen	156
3.3.2 Verbrauchsorientierte Kanban-Regelung	168
3.3.3 Produktionssteuerung am Schrittmacher-Prozess.....	197
3.4 Produktionsplanung	205
3.4.1 Produktionsnivellierung.....	206
3.4.2 Ausgleich des Produktionsmix	211
3.4.3 Engpass-Steuerung und Restriktionen.....	220
3.4.4 Merkmale einer schlanken Planung und Steuerung.....	227
3.5 Konzeption und Umsetzung	229
4 Die schlanke Fabrik	235
4.1 Wertstromorientierte Layoutplanung.....	238
4.2 Produktionssysteme	242
5 Projektbeispiele.....	247
5.1 Die Komfort GmbH – Transparenz durch Fließfertigung	248
5.2 Die Federn KG – Losbildung in der Variantenfertigung.....	259
5.3 Die Glas AG – Kurze Lieferzeiten in der Einzelfertigung	272
6 Literaturhinweise.....	285

1 Produktionsoptimierung

Die Gestaltung optimaler Produktionsabläufe ist die zentrale Aufgabe des Planers einer Fabrik. Die Schwierigkeiten, die sich diesem Produktionsoptimierer in den Weg stellen, sind zum einen die jeweils zu beachtenden Restriktionen in der Fabrik sowie zum anderen die konfligierenden Teilziele der Produktion. Und kaum ist ein scheinbar idealer Zustand erreicht, ändern sich die Kundenwünsche, die Produktionstechnologien, gesetzliche Bestimmungen oder andere wichtige Einflussfaktoren. Die Aufgabe der Produktionsoptimierung ist somit ständiger Begleiter des Fabrikbetriebs sowie Anforderung an eine jede Fabrikplanung.

Methode

Um die Effektivität einer Produktion steigern zu können, ist eine ausgereifte Methode hilfreich. Denn nichts ist praktischer als eine gute Theorie. Wirkliche Verbesserungen können insbesondere dann erreicht werden, wenn es gelingt, alle bisherigen Gewohnheiten des Produktionsablaufs systematisch in Frage zu stellen und zielorientiert weiterzuentwickeln. Ziel dieses Buches ist es, die überragende Leistungsfähigkeit der *Wertstrommethode* in dieser Hinsicht aufzuweisen. Sie erlaubt erstens die Berücksichtigung der gesamten Wertschöpfungskette, die sie ausgezeichnet visualisiert. Und sie unterstützt zweitens die optimale Gestaltung einer Produktion durch den zielführenden Einsatz von Gestaltungsrichtlinien.

In diesem Buch wird die in ihren Grundzügen bekannte Wertstrommethode (Rother 2000) in einer systematisierten Weise präzise dargelegt und deutlich erweitert. Daher sind Darstellungsweise und Symbolik der Methode mit Ergänzungen versehen, insbesondere um eine deutlich detailliertere Darstellung der Informationsverarbeitungsprozesse zu ermöglichen. Die bisher bekannten Leitlinien werden um einige Lösungsprinzipien der Produktionsorganisation erweitert sowie gemeinsam in ihrem schlüssigen Zusammenhang weiterentwickelt und erläutert. Ergebnis sind die *neun aufeinander aufbauenden Gestaltungsrichtlinien* des Wertstromdesigns. Ferner wird die ursprüngliche, einfache Produktfamilienbildung an Hand von produktionsrelevanten Kriterien und Geschäftstypen hin zu einer produktfamilienorientierten Segmentierung fortgeführt. Dieser umfassende

Strukturierungsansatz legt die Grundlage für eine *wertstromorientierte Fabrikplanung*. Bei dieser wird der projektbezogene Ansatz der methodischen Fabrikplanung mit dem kontinuieritätsbezogenen Ansatz des Wertstromdesigns verschmolzen.

In das vorliegende Buch fließen Erfahrungen aus zahlreichen *Industrieprojekten* ein, die fallweise zur praxisnahen Erläuterung als verallgemeinertes Beispiel herangezogen werden. Die Wertstrommethode wird zunächst am relativ einfach zu überblickenden Beispiel einer Serienproduktion eingeführt. Die weiteren Fallbeispiele illustrieren dann die deutlich komplexeren Gegebenheiten bei der variantenreichen Kleinserienfertigung sowie der kundenspezifischen Produktion. Der Anwendungsbereich der Wertstrommethode kann so erfolgreich auf die Produktion von Stückgütern mit komplexer, mehrstufiger Produktstruktur und hoher Produktvarianz übertragen werden.

Da die Wertstrommethode ursprünglich von der Firma Toyota im Zuge ihres Produktionssystems entwickelt worden ist, schien ihr *Anwendungsbereich* zunächst auf die Automobilbranche beschränkt. Zahlreiche Projekte der Wertstromoptimierung sowie der Fabrikplanung zeigen jedoch das Gegenteil. Durch einige methodische Ergänzungen und Variationen in der Anwendung der Gestaltungsrichtlinien ist ein Transfer in andere Branchen gut möglich. Positive Erfahrungen liegen beispielsweise für den Maschinenbau, die Elektro- und Elektronikindustrie, Medizintechnik und Optik, Sanitär- und Leitungstechnik sowie die Konsumgüterindustrie vor. Die Wertstrommethode erweist sich somit als geeignet für die Analyse und Neugestaltung von Stückgutproduktionen aller Art. Auch hat sich gezeigt, dass die Methode nicht nur für multinationale Großunternehmen und deren Lieferanten, sondern auch für mittelständische Unternehmen hervorragend geeignet ist.

Das vorliegende Buch wendet sich an Geschäftsführung und an alle Produktionsverantwortlichen sowie jene, die diese Aufgabe anstreben. Der Geschäftsführung liefert die Methode ein klares Bild der Produktion und erlaubt es ihr so, deren Erfordernisse korrekt einzuschätzen. Basierend auf einer einfachen und einheitlichen Symbolik können Verbesserungspotentiale und Lösungsansätze dargestellt sowie unternehmensweit verständlich kommuniziert werden. Die genaue Beschreibung der Methode sowie die ausführlichen Praxisbeispiele zeigen Nutzen und breite Anwendungsmöglichkeit der Wertstrommethode auf. Die Methode ist direkt anwendbar und erlaubt es, zielgerichtet Verbesserungen der Leistungsfähigkeit einer Produktion zu konzipieren und schließlich umzusetzen.

Ein Methodenbuch kann trotz der angeführten Beispiele die eigene Erfahrung in Projekten nicht ersetzen. Es erleichtert es jedoch, entsprechende Erfahrungen zielorientiert aufzubauen. Unterstützend hilfreich ist der neu-

trale Blick des externen Beraters, der mit den gewohnten Restriktionen so unvertraut ist, dass er sie zum Zwecke einer freieren Lösungssuche ignorieren kann. Damit die beginnende Verbesserung in ihrem Antrieb nicht das Öl der Motivation verliert und sich im Gewohnten festfrisst, empfiehlt es sich, Verantwortlichkeiten für die Umsetzung festzulegen und Ausflüchte ins Tagesgeschäft zu unterbinden. Externe Begleitung mag hier für die nötige Kontinuität sorgen und gewährleisten, dass auch konzeptionell der Pfad der Tugend beschriftet wird.

Inhaltsübersicht

Wenn nun in diesem Buch das Produzieren ausführlich in den Blick genommen wird, dann findet sich der Aspekt geringer Herstellkosten nicht an hervorgehobener, zentraler Stelle der Untersuchung. Im Fokus steht vielmehr der Zweck des Produzierens: das jeweils zu erzeugende Produkt. Und auch dies stimmt noch nicht genau, erreicht doch das Produkt nur als ein verkauftes Produkt seinen Zweck. Daher ist auch die Grundidee, bei der Beurteilung einer Produktion *Kundensicht* einzunehmen, von so zentraler Bedeutung für die hier vorgestellte Methode (Kap. 2).

Aus der Sicht des Controllings eines Unternehmens sieht das meist anders aus: hier sind Entwicklung, Erzeugung und Vertrieb von Produkten nur das Mittel zum Zweck des finanziellen Gewinns – und folgerichtig rücken nun die Kosten, darunter die Herstellkosten, an prominente Stelle der Beurteilung einer Produktion. Jedoch ist ohne erfolgreiche Geschäftsidee, ohne verkäufliche Produkte schlecht Gewinn zu machen. Eine Hilfestellung zur richtigen, verbesserten Gestaltung des mit der Produktion verbundenen technischen Handelns kann die reine Kostenbetrachtung aus den genannten Gründen nicht liefern.

Erst wenn die Zweckmäßigkeit des Produzierens sichergestellt ist, ist es auch sinnvoll, sich mit einer Steigerung der Effizienz all jener Prozesse auseinanderzusetzen, die dem Produktionszweck dienen sollen. Eine richtig verstandene *Produktionsoptimierung* berücksichtigt beides und beginnt mit der Hinterfragung aller zum Produzieren gehörenden Prozesse hinsichtlich ihrer Zweckmäßigkeit bezogen auf Kundenwunsch und Produkt. In diesem umfassenden Sinne ist die Grundidee, bei der Gestaltung einer Produktion an erster Stelle auf die Vermeidung jeglicher Verschwendung zu achten, zu verstehen (Kap. 3). Für eine verschwendungsarme, mithin *schlanke Produktion* reicht es also nicht aus, lediglich kostengünstig zu arbeiten, sondern zusätzlich ist auch das richtige, das heißt kundenwunschgemäße Produkt zu produzieren. Letztendlich ist nur so eine nachhaltige Gewinnsicherung zu gewährleisten. Die ‚schlanke Produktion‘ als Übersetzung der ‚Lean Production‘ sollte man, wie es zuweilen geschehen ist,

nicht als dünn missverstehen, das heißt die Muskeln sollten bleiben, nur der Speck muss weg.

Der Zweck des Produzierens ist die Erfüllung eines Kundenwunsches. Ein Kundenwunsch wird erfüllt mit einem Produkt, das bestimmte Merkmale aufweist und bestimmte Funktionalitäten besitzt. Diese Aspekte werden in der Produktentwicklung grundsätzlich festgelegt und bei kundenspezifischen Produkten im Rahmen der Auftragsabwicklung variiert. Der Kundenwunsch geht aber über diese angepassten Grundeigenschaften eines Produktes hinaus. Es soll zusätzlich eine gewisse Qualität aufweisen, in bestimmten Mengen und bestimmter Fristigkeit verfügbar sein sowie einen akzeptablen Preis haben. Daher ist das Produzieren an unterschiedlichen Zielen auszurichten, deren wechselseitige Abhängigkeit hier vorbereitend erläutert werden soll (Abschn. 1.2). Diese ausführliche Reflexion der *Produktionsziele* ist notwendig, um die erforderliche Zweckmäßigkeit des Produzierens schließlich erreichen zu können.

Eine zweckmäßig ausgerichtete Produktion muss organisiert werden. Als schlanke Produktion wird ihr Ablauf in Form eines kundenorientierten und dabei effizienten Wertstroms realisiert. Unter dieser Wertstromperspektive wird die Produktion mit einem besonderen Fokus auf die Wertschöpfung betrachtet. Die Struktur der Produktion wird durch ihren Aufbau in einer Fabrik räumlich und sozial organisiert. Jeder Wertstrom hat seinen Ort in einer Fabrik. Die *Organisation von Produktion* als Wertstrom in einer Fabrik soll im Folgenden einleitend skizziert werden (Abschn. 1.1).

1.1 Die Organisation von Produktion

Die Organisation industriellen Produzierens erfolgt in der Fabrik. Die Fabrik bietet nicht nur als Gebäude den räumlichen Rahmen, sondern kann als das soziotechnische System der Produktion beschrieben werden (Abschn. 1.1.1). Um den Produktionsablauf innerhalb der Fabrik in seinem Zusammenhang ganzheitlich zu betrachten, nimmt man am besten die Wertstromperspektive ein, die die Produktion als Fluss der Wertschöpfung zeigt (Abschn. 1.1.2).

1.1.1 Die Fabrik

Quelle des Wohlstandes einer Gesellschaft sind zumeist die materiellen Grundlagen, die sie sich selber schafft. Daher spricht man heute sehr treffend von Industriegesellschaft – trotz Informations- oder Dienstleistungs-

gesellschaft, die doch selten eigenständig bestehen können. ‚Industrie‘ bedeutet etymologisch ‚Fleiß‘ und ‚Betriebsamkeit‘. Der zentrale Ort dieser Betriebsamkeit ist die *Fabrik*, in der alles Notwendige und nicht ganz so Notwendige produziert wird. Dabei geht es nicht bloß um die Sicherung des schieren Überlebens, sondern auch um die Bereitstellung ‚objektiv überflüssiger‘ Güter, die das Leben erst abwechslungsreich und interessant machen. Mit ‚Fabrik‘ bezeichnet man gemeinhin eine gewerbliche Betriebs- oder Produktionsstätte zur – im Unterschied zur Manufaktur – maschinellen sowie arbeitsteiligen Herstellung von Produkten. Konkrete Fabriken sind Ergebnis historisch gewachsener Veränderungen und Anpassungen im Fabrikbetrieb sowie geplanter Eingriffe der Fabrikplanung.

Ein detaillierteres Bild der Fabrik lässt sich in fünf Dimensionen Standort, Werkstruktur, Fabrikgebäude mit Fabrikstruktur und Fabriklayout, Produktionslogistik sowie Arbeitsorganisation entfalten. Diese Aspekte der Fabrik sollen im Folgenden etwas ausführlicher erläutert werden.

Standort Zunächst ist eine Fabrik durch ihren *Standort* näher bestimmt. Hauptmerkmale des Standortes auf lokaler Ebene betrachtet sind Kriterien wie Preis, Größe und Geländeform sowie die Anbindung an die Infrastruktur wie Wasserversorgung, Energie, Straßen, Eisenbahn, Kanäle, und ähnliches. Auf regionaler Ebene kommen Merkmale wie Arbeitskräfte, Arbeitsmarkt, Lohnniveau, Steuern und Subventionen sowie Klima und kulturelles Umfeld hinzu. Alle diese Standortfaktoren haben einen großen Einfluss auf den Fabrikbetrieb. Umgekehrt müssen die Gestaltung der Fabrik und der Produktionsprozesse zum Standort und seinen charakteristischen Merkmalen passen. Auf diese Weise ist die Fabrik in ihre Umgebung eingebettet.

Werk Am Standort befindet sich sodann das *Werk*. Im Rahmen einer Werkstrukturplanung werden die ersten Grenzen gezogen. Das vorgefundene Gelände wird geformt, geebnet und als Grundstück eingezäunt. Es werden Bauplätze für unterschiedliche Gebäude zur Produktion, zur Lagerung, zur Verwaltung oder für soziale Belange (wie Kantine, Firmenkindergarten) definiert. Diese Gebäude werden mit Wegen und Straßen logistisch verknüpft, und, falls noch Platz ist, werden Parkplätze und Außenanlagen eingepflanzt. Das Ergebnis, die ideal geplante Werkstruktur, beschreibt die Anordnung und Verknüpfung der Gebäude auf dem Grundstück sowie deren Anbindung an die externe Infrastruktur. Im Grunde handelt es sich also um eine mehr oder weniger kleine Stadt mit einer stark ausdifferenzierten Funktion. Daher ist die Werkstrukturplanung auch ein Arbeitsfeld für Städteplaner.

Fabrik Mindestens eines dieser *Gebäude* auf dem Werksgelände ist dann nun endlich die für die Produktion vorgesehene Fabrik im eigentlichen Sinne. Jede Fabrik setzt sich aus drei grundlegenden Bestandteilen zusammen, die äußere Gebäudehülle, die Struktur der internen Bereiche sowie die Anordnung der Produktionsmittel im Fabriklayout. Ein Fabrikgebäude besteht prinzipiell aus drei Komponenten, der Gebäudehülle mit Tragwerk, der Haustechnik mit der Medienversorgung sowie den Ausbauelementen, namentlich die Wände und Durchlässe (Fenster, Türen). Nun ist die Fabrik da, aus Produktionssicht aber noch immer leer. Mit der Segmentierung werden innerhalb des Fabrikgebäudes unterschiedliche Bereiche der Produktion gebildet. Ziel der Segmentierung ist es, eine transparente und effiziente *Fabrikstruktur* zu erreichen. Wenn somit gewissermaßen die Zimmer definiert sind, kann mit der Möblierung begonnen werden. Technologien werden ausgewählt; passende Betriebsmittel wie Maschinen und Anlagen sowie Förder- und Lagertechnik werden konzipiert, entwickelt, konstruiert, gebaut, in ihrer Anordnung geplant und schließlich installiert. Kriterien der Anordnung sind unter anderem die Materialflussbeziehungen, die den Materialtransport und die Lagerorte zwischen den einzelnen Betriebsmitteln beschreiben. Ergebnis ist schließlich das *Fabriklayout*, das den Flächenbedarf und die Anordnung aller Produktionsmittel im engeren Sinne beschreibt.

Logistik Damit ist das Bauen der Fabrik im Wesentlichen abgeschlossen. Nun beginnt viertens die eigentliche Arbeit, die Betriebsamkeit. Material und Maschinen müssen in Bewegung gesetzt werden. Dazu werden Informationen darüber gebraucht, was wann wo zu tun ist. Der Informationsfluss organisiert das zur Abwicklung der Aufträge notwendige Erfassen, Sammeln, Verarbeiten, Speichern und Verteilen von Daten und Anweisungen zur Planung und Steuerung der Produktion. Die entsprechend gestaltete *Produktionslogistik* steuert und betreibt die Fabrik mit Hilfe von Produktionsplänen. So erst kann aus dem Produzieren ein geplantes technisches Handeln werden. Dieses planvolle Handeln wird geleitet von den drei Zielen der Logistik, nämlich dem Erreichen einer hohen Maschinenauslastung bei geringen Beständen und einer hohen Liefertreue. Da diese Ziele selten alle gleich gut erfüllt werden können, befindet sich der Produktionsplaner im Ablaufplanungsdilemma (Abschn. 1.2.1). In der Konsequenz hat man es im Fabrikbetrieb häufig genug mit fehlgeplantem technischem Handeln zu tun, was sich freilich erst im Nachhinein zeigt.

Arbeitsorganisation Nun fehlen in der Fabrik als ihre fünfte Dimension nur noch die Mitarbeiter mit ihren Fertigkeiten und Qualifikationen, deren produktionsbezogenen Pflichten und Rechte in der *Arbeitsorganisation* festgelegt werden. Diese Zuordnung von Aufgaben zu Personen organisiert

die Arbeitsverteilung. Zur sozialen Dimension der Fabrikarbeit gehören auch die Arbeitszeitmodelle, das Schichtsystem sowie das Entgeltsystem. Ferner sind die Mitarbeiter einer Fabrik in der Aufbauorganisation organisiert, die die Führungsstruktur festgelegt.

Alle fünf genannten Dimensionen – Standort, Werkstruktur, Fabrikgebäude mit Fabrikstruktur und Fabriklayout, Produktionslogistik sowie Arbeitsorganisation – werden in der Fabrikplanung ausgestaltet und für den Fabrikbetrieb vorbereitet. Die Fabrik im engeren Sinne, das eingerichtete Gebäude, kann man als Produkt eines Fabrikausrüsters bezeichnen, das dieser schlüsselfertig an den Betreiber übergibt. Nicht vergessen sollte man dabei die Einbettung der Fabrik in ihre räumliche und gesellschaftliche Umgebung sowie die Installation einer zielgerichtet operierenden Produktionslogistik, die die Fabrik erst in einen effizienten, kundenorientierten Arbeitszustand versetzt. Auch die Arbeitsorganisation, die die sozialen Regeln in der Fabrik definiert, kann nur grob konzipiert, nicht als Produkt verkauft und muss im Betrieb gelebt werden. Letzteres ist unabdingbare Voraussetzung dafür, dass Produktionsziele erreicht werden und entsprechend gestaltete Produktionskonzepte erfolgreich sein können. Die Fabrik ist mithin ein sehr komplexes *soziotechnisches System* (Ropohl 1999). Damit ist eine Fabrik jedoch nicht lediglich ein besonders kompliziertes und großes technisches Gerät, sondern es ist ein technisch geformter, also technomorph ausgestalteter und bewohnter Lebensraum des Menschen.

Die Fabrik, derart als Lebensort betrachtet, kann man – analog zum Biotop – als ein *Technotop* auffassen (Erlach 2000). Das menschliche Dasein vollzieht sich, das wird in der Fabrik besonders deutlich, in der Weise technischen Existierens. Die Menschen haben Techniken nicht nur als etwas äußerliches, sondern sie *sind* diese auch. Diese anthropologische Konstante scheint prägend für unseren Lebensstil zu sein. Eine Fabrik ist mehr ein Lebensort als ein Gebäude oder eine Produktionsstätte. Das zeigt auch, weshalb der Bau von Fabriken mit attraktivem Arbeitsumfeld ein notwendiger Luxus ist. Nur so werden die Mitarbeiter ihre Leistungsbereitschaft voll ausleben wollen und können. Es macht ferner plausibel, weshalb erfolgreiche Fabriken in ihrer Gestaltung oft zu den dort produzierten Produkten passen.

1.1.2 Der Wertstrom

Die Frage, wie eine Fabrik nun aussieht, wird in der Regel mit einem Foto vom Gebäude beziehungsweise Werksgelände sowie dem klassischen Gesamtergebnis einer Fabrikplanung, dem Fabriklayout, beantwortet. Damit sind nun aber lediglich Teilaspekte der Fabrik dargestellt, wie aus Obigem

hervorgeht. Hauptsächlich werden die Bezeichnungen der maschinellen Einrichtungen sowie ihre Größe und räumliche Anordnung angegeben. Das lässt jedoch nur wenige Rückschlüsse auf den Produktionsablauf zu und erlaubt gar keinen Schluss auf die Güte der Fabrik. Eine Verbesserung der Darstellung erzielt man durch Einzeichnung des Materialflusses. Dadurch ist die Reihenfolge, in der das Erzeugnis die Betriebsmittel durchläuft, zu erkennen und es kann beurteilt werden, wie gut diese zur Betriebsmittelanordnung passt. Allerdings wird bei komplexen Abläufen die Darstellung der überlagerten Materialflüsse schnell unübersichtlich. Außerdem bleibt eine wichtige Frage unbeantwortet. Man sieht zwar im Materialfluss, dass sich etwas bewegt, nicht aber, weshalb dies geschieht, welcher Informationsfluss also die Produktionsabläufe veranlasst.

Wertstrommethode

Hier liegt nun der große Vorteil der Wertstrommethode. Neben Produktionsprozessen und Materialfluss visualisiert sie auch den Informationsfluss – und zwar innerhalb einer Darstellung. Zusätzliche Flussdiagramme von Geschäftsprozessen sind damit lediglich zur Detaillierung erforderlich. Das Vorgangskettendiagramm der Auftragsbearbeitung ist in der Wertstromdarstellung verankert, die Schnittstellen zwischen Produktionsprozessen und Geschäftsprozessen werden deutlich. Ressourcen mit ähnlicher Funktion werden in der Darstellung zu Produktionsprozessen zusammengefasst. Die Abstraktionsleistung der Wertstromdarstellung erhöht gegenüber den zahlreichen im Layout angeordneten Einzelmaschinen die Transparenz der abzubildenden Produktionsabläufe. Verloren geht die räumliche Anordnung der Betriebsmittel. Eine Fabrik konzipieren, planen und darstellen wird man daher zunächst als Wertstrom und anschließend als Layout (Abschn. 4.1).

Die Wertstrommethode bietet mit der *Visualisierung* der Produktionsabläufe eine hervorragende innerbetriebliche Kommunikationsplattform zur gemeinsamen Verständigung über den aktuellen Ist-Zustand sowie den angestrebten Soll-Zustand einer Fabrik. Die umfassende Darstellung der Produktionsabläufe erlaubt eine transparente Analyse der Fabrik, um gezielt Schwachstellen aufzudecken und Verbesserungspotentiale zu erkennen (Kap. 2). Darauf aufbauend können Auswirkungen von Veränderungen in den Abläufen konzeptionell geprüft werden. Gestaltungsrichtlinien weisen dabei den Weg zur Verbesserung der Produktion hin zur wertstromoptimierten Fabrik (Kap. 3).

Die Wertstrommethode ist benannt mit den zwei Komponenten ‚Wert‘ und ‚Strom‘. Der ‚Wert‘ bezieht sich darauf, dass mit der Herstellung von

Produkten eine *Wertschöpfung* verbunden ist. Dies beschreibt die generelle Absicht des Produzierens, nämlich aus einem Ausgangsmaterial die als wertvoller eingeschätzten Produkte zu erzeugen. Der ‚Strom‘ bezieht sich darauf, dass ein wesentliches Merkmal dieses Produzierens die räumliche Bewegung und qualitative Veränderung der Teile und Produkte im *Produktionsfluss* ist. Durch die Verwendung maschineller Anlagen sowie die arbeitsteilige Spezialisierung kann nicht alles am gleichen Ort – und dann auch nicht zur gleichen Zeit – erledigt werden.

Wert

Beim Produzieren erhalten die Ausgangsmaterialien durch die Wertschöpfung einen zusätzlichen Wert; das erzeugte Produkt wird daher recht treffend auch als ein ‚Gut‘ bezeichnet. Der *Wert* eines erzeugten Gutes ergibt sich aus seiner Bewertung bezogen auf einen Maßstab. Daraus folgt das grundsätzliche Problem, dass der Wert sowohl von den Eigenschaften des Gegenstandes als auch vom Maßstab abhängig ist. Aus der Sicht eines produzierenden Unternehmens bietet es sich an, den Wert von Gütern am Maßstab des jeweiligen Produktionsaufwandes zu messen – also sich im Wesentlichen an den Herstellkosten zu orientieren. Daraus resultiert dann die typische Kalkulation in einem Anbietermarkt: Der Preis ergibt sich als Summe von Herstellkosten und der vom Unternehmen festgelegten Gewinnspanne (Abb. 1.1, Fall 1). Den Kunden wird dann das Produkt in der Reihenfolge des Auftragseingangs oder auch nach anderen Gesichtspunkten gewissermaßen zugeteilt. Da im Laufe der Zeit die Kosten durch Lohnerhöhungen, Ersatzinvestitionen und erhöhte Einkaufspreise unvermeidlich ansteigen, sind auch regelmäßige Erhöhungen der Verkaufspreise notwendig.

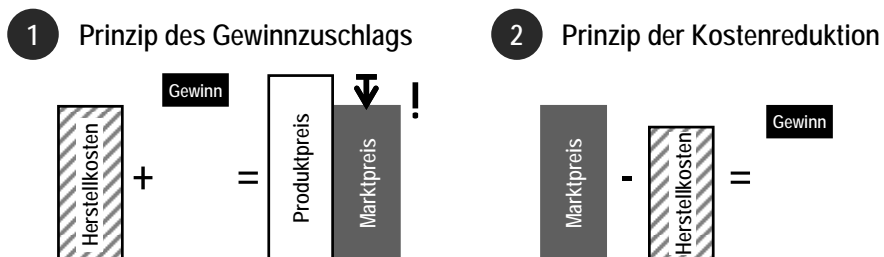


Abb. 1.1. Das Prinzip der Kostenreduktion

Während in einem Anbietermarkt kaum ein Anreiz zur *Kostenreduktion* besteht, kann in Wettbewerbssituationen der Produktpreis durchaus über dem Marktpreis zu liegen kommen. Im globalen Wettbewerb mit frei zu-

gänglichen Märkten ist der Unternehmenserfolg somit wesentlich stärker vom erreichbaren Marktpreis bestimmt. Der Gewinn ergibt sich hierbei umgekehrt nach Abzug der Herstellkosten (Abb. 1.1, Fall 2). Eine Gewinnsteigerung ist demnach auch durch eine gezielte und beständige Kostenreduktion erreichbar. Für die Produktion bedeutet das, dass sie ständig verbessert werden muss, um die Herstellkosten tendentiell abzusinken und die unvermeidlichen Erhöhungen bei den Faktorenkosten durch Senkung des Produktionsaufwandes auszugleichen. Aus Produktionssicht ist das der einzige Stellhebel, um die Wettbewerbsfähigkeit eines Standortes dauerhaft zu sichern.

Je nach standortspezifischer Kombination der Faktorenkosten kann es aber bei manchen Produkten ein recht hoffnungsloses Unterfangen sein, global konkurrenzfähig bleiben zu wollen. Daher sollte man aus Unternehmenssicht nicht vergessen, dass der Preis auch den *Gebrauchswert* einer Ware spiegelt – gemessen nun am subjektiven Maßstab des jeweils vom Käufer erwarteten konkreten Nutzens. Dieser Nutzen resultiert aus der Eignung des Produkts zur Befriedigung eines Kundenbedürfnisses. So kann beispielsweise eine Lampe relativ unabhängig vom Preis mehr oder weniger gut zum Lesen geeignet sein, während repräsentative Aufgaben mit der Materialwertigkeit und damit mit dem Preis enger korrelieren. Der Nutzen kann relativ unabhängig vom Produktionsaufwand wesentlich höher oder schlimmstenfalls auch niedriger liegen als dieser. Entscheidend für den Erfolg eines Produktionsstandorts ist also insbesondere die Fokussierung auf den mit dem erzeugten Produkt generierten Kundennutzen. Das hängt einmal von den konkreten Produkteigenschaften ab – die hier nicht das Thema sind – sowie zum anderen von den kundenbezogenen Leistungsmerkmalen einer Produktion. Letzteres zeigt sich insbesondere in Lieferfähigkeit und Lieferqualität und ist abhängig von der kundenorientierten Gestaltung des Produktionsablaufes.

Strom/Fluss

Zur Beschreibung des Produktionsablaufes in einer Fabrik hat sich die Metapher des Flusses eingebürgert. Wenn sich etwas verändert und bewegt, wenn also das Material von Station zu Station fließt, genau dann ist eine Produktion als positiv zu bewerten. Im negativen Fall spricht man dann davon, dass die Produktion ins Stocken geraten ist, dass sich Material auftürmt und staut. Der *Produktionsfluss* gilt als Merkmal eines guten Produktionsablaufes und wird beispielsweise als Kennzahl mit dem Flussgrad gemessen.

Die reine Veränderung und Bewegung in der Fabrik ist aber letztlich noch keine Garantie dafür, dass die damit verbundenen Tätigkeiten auch wertschöpfend sind, dass also Werte geschaffen werden. Um diesen Aspekt zu betonen, eignet sich der Begriff ‚Wertstrom‘. Der *Wertstrom* umfasst alle Tätigkeiten, die zur Wandlung eines Rohmaterials in ein Produkt notwendig sind.

- Das sind erstens die unmittelbar produzierenden Tätigkeiten, also Aktivitäten, die die Merkmale des jeweiligen Materials verändern. Das sind die sechs Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580, nämlich Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaft ändern.
- Es sind zweitens all jene logistischen Tätigkeiten, die der Handhabung, dem Transport, der Lagerung, der Bereitstellung und Kommissionierung dienen.
- Und es sind drittens die gemeinhin als indirekt bezeichneten Tätigkeiten der arbeitsvorbereitenden Planung und Steuerung sowie der instandhaltenden Pflege, Wartung und Reparatur der benötigten Maschinen und Anlagen sowie des Arbeitsplatzes.

Hinzu kommen noch zahlreiche Nebentätigkeiten, die durch spezifische Gegebenheiten, lokale Randbedingung und technologische Anforderungen verursacht sein können.

Die *Wertstromperspektive* einzunehmen heißt nun, alle diese Tätigkeiten als Ganzes in den Blick zu nehmen – und zwar mit besonderem Fokus auf die Wertschöpfung. Nur ein Teil der genannten Tätigkeiten gilt nämlich als *wertschöpfend* – Maßstab ist hier, ob diese Tätigkeit dem Material eine Eigenschaft hinzufügt, die seinen Wert aus Kundensicht erhöht. Allein das ist nicht immer leicht und zweifelsfrei festzustellen. Hinzu kommt, dass zahllose nicht-wertschöpfende Tätigkeiten aufgrund unterschiedlicher Randbedingungen als notwendig für den Produktionsablauf erscheinen. Zielsetzung einer Produktionsoptimierung ist es daher auch, die nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten zu reduzieren oder gar zu eliminieren.

Produktionsverbesserung

So liegt die Wirkungslogik einer schlanken Fabrik in der Sisyphus-Arbeit ständiger Produktionsverbesserung (Abb. 1.2). Eine ähnliche Darstellung dieses Zusammenhangs findet sich im Daimler Chrysler Produktionssystem (Oeltjenbruns 2000). Kontinuierliche Verbesserungen ziehen, unterstützt durch eine passende Arbeitsorganisation, das mehr oder weniger schnell rotierende Rad des Wertstroms den Hang der Produktionsqualität

nach oben. Verschwendungen aller Art stellen Hindernisse dar, die durch Aufwendungen bei der Umsetzung von Verbesserungen zu überwinden sind. Erreichte Verbesserungen werden durch das Setzen von Standards abgesichert, denn zu jedem guten Produktionsablauf gehört, dass er immer in der gleichen Weise durchgeführt wird. Die Grafik zeigt deutlich, weshalb die *Standardisierung* von solch zentraler Bedeutung ist. Ohne ihre Absicherung würde die Schwerkraft der schlechten Gewohnheiten das Niveau der Produktion sogleich wieder absenken. Außerdem sind manche Störungen und ein Großteil der Verschwendungen in der Produktion nur vor dem Hintergrund der Standards als solche überhaupt erkennbar. Die Gestaltungsrichtlinien für eine wertstromoptimierte Fabrik zielen daher alle auf eine Standardisierung ab, beziehungsweise setzen sie voraus. Mit Einführung einer neuen Produktionstechnologie – meist in Verbindung mit einem neuen oder stark veränderten Produkt – beginnt die Aufgabe der kontinuierlichen Verbesserung wieder auf Basisniveau. Diesmal sind die Veränderungstreiber allerdings um eine Erfahrung reicher und beim Aufstieg manchmal schneller.

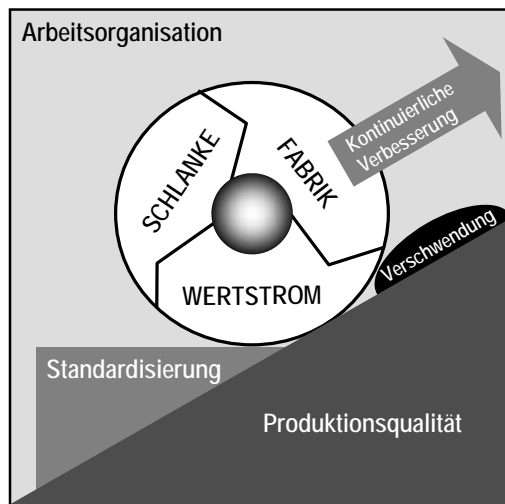


Abb. 1.2. Die Wirkungslogik ständiger Produktionsverbesserung

Bevor nun aber eine neue Produktion geplant oder eine bestehende verbessert werden kann, sollten Ziele und Zielgewichtungen für die Fabrik geklärt werden. Konkrete Einzelziele lassen sich in ein Zielsystem hierarchisch einordnen. Auf der höchsten Abstraktionsebene gibt es vier voneinander unabhängige Zieldimensionen, die nicht wechselseitig aufeinander reduziert werden können. Diese und vor allem ihr Zusammenhang und ihre Wechselwirkungen sollen im Folgenden näher beleuchtet werden.

1.2 Die vier Ziele der Produktion

Die erste Frage, die sich bei der Produktionsoptimierung stellt, ist die nach den Zielen, an denen die Verbesserungen zu messen sind. Die jeweilige Zielerreichung gibt dann an, wie gut eine Produktion ist, wie effizient sie arbeitet. In analoger Struktur können dann auch die Erfolgsfaktoren der in einer Fabrik produzierten Produkte am Markt angegeben werden. Diese Erfolgsfaktoren geben an, welche Kundenwünsche durch welche Leistungsmerkmale zu erfüllen sind, damit eine Fabrik erfolgreich am Markt agieren kann.

Gängig bei der Zielsetzung für Produktionen ist die Angabe der ‚heiligen Trinität‘ von Kosten, Qualität und Zeit – aufgezählt in der Reihenfolge ihrer ‚gefühlten‘ Wichtigkeit. Diese drei Punkte sind nicht ganz korrekt als Zielsetzung formuliert – gemeint sind damit niedrige Herstellkosten, hohe Produktqualitäten sowie kurze Durchlaufzeiten in Produktion und Auftragsabwicklung. Seltener und wohl auch erst in jüngerer Zeit wird explizit auch die angebotene Produktvielfalt als Produktionsziel formuliert. Die Zeiten der Massenfertigung, die der Henry Ford zugeschriebene Satz „Sie können jede Farbe haben, so lange es nur schwarz ist“ so treffend charakterisiert, sind in dieser Form vorbei. In Serie hergestellte Produkte, die sich nicht im untersten Preissegment positionieren, heben sich daher insbesondere durch den ‚langen Schwanz‘ der Reihe unzähliger möglicher Varianten von der Konkurrenz ab.

Zieldimensionen

Eine Produktion ist demnach in seiner Leistungsfähigkeit durch vier voneinander unabhängige Zieldimensionen grundsätzlich bestimmt (Abb. 1.3). Diese vier Dimensionen Variabilität, Qualität, Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit spannen auf allgemeiner Ebene die Breite des für eine Produktion geltenden *Zielsystems* auf. Jeder Zieldimension können einige typische Teilziele zugeordnet werden, die in ihrem wechselseitigen Zusammenhang das Zielsystem einer Produktion und damit die *Fabrikziele* formulieren. Die den vier Dimensionen zugeordneten Fabrikziele sind in der Realisierung voneinander abhängig, sie können also auch im Konflikt zueinander stehen (Abschn. 1.2.1). Sie können aber nicht wechselseitig ausgedrückt werden, das heißt die einer Dimension zugeordneten Ziele sind nicht auf Ziele in einer anderen Dimension rückführbar beziehungsweise reduzierbar. Qualitätsziele lassen sich beispielsweise nicht durch eine Rüstzeitreduzierung zugleich mit erreichen und auch nicht auf eine reine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung reduzieren, wenn es um die Gestal-

tung einer Fabrik geht. Wohl aber können die einzelnen Ziele durch unterschiedliche Gewichtung eine unterschiedliche Relevanz erhalten.



Abb. 1.3. Die vier Zieldimensionen der Produktion

Die vier Zieldimensionen sollen im Folgenden mit einigen Beispielen der zugeordneten konkreten Teilziele näher erörtert werden:

1. Die *Variabilität* einer Produktion gibt an, wie breit das mit ihm bewältigbare Produktionsspektrum ist. Hier ist festzulegen, welche Produkte in jeweils wie vielen Varianten produziert werden sollen – und ob es kundenspezifisch gestaltete Produkte gibt. Die Flexibilität einer Produktion gibt an, welche kurzfristigen Schwankungen der Marktnachfrage noch erfüllbar sind. Die Wandlungsfähigkeit beschreibt das Vermögen einer Produktion, kurz- bis mittelfristig strukturell auf geänderte Anforderungen zu reagieren.
2. Die *Qualität* einer Produktion gibt einerseits an, wie gering der produzierte Ausschuss beziehungsweise wie hoch die Gutausbeute der Produktionsprozesse ist. Andererseits beschreibt sie, wie gut jeweils welches Toleranzniveau eingehalten wird und wie zuverlässig die Produktionsprozesse arbeiten. Eng damit verbunden ist die Frage, ob die benötigten Mengen in exakter Stückzahl produziert werden können. Auch Ergonomie und Arbeitssicherheit der Produktionsprozesse sind eine Qualitätsgröße in einer Produktion. Ferner ist die Einhaltung von Terminen – sowohl intern als auch extern – ein Qualitätsmerkmal der Produktion.
3. Die *Geschwindigkeit* einer Produktion gibt zum einen an, wie zeitaufwendig die wertschöpfenden Prozessschritte sowie die zugehörigen Nebentätigkeiten, wie beispielsweise das Rüsten, sind. Zum anderen gehört zu dieser Zieldimension die Dauer der Produktionsdurchlaufzeit. Die Maschinenverfügbarkeit drückt die qualitative Zuverlässigkeit von Produktionsprozessen in ihrem zeitlichen Charakter aus. Häufigkeit und Dauer von Störungen können sehr prägend für die Effizienz einer Produktion sein.

4. Die *Wirtschaftlichkeit* einer Produktion gibt im Wesentlichen seine Produktivität bezogen auf alle Produktionsfaktoren an. Hier finden sich schließlich die Faktorenkosten wieder, die durch die Anforderungen der Variabilitäts-, Qualitäts- und Geschwindigkeitsziele vorgeprägt sind. Unmittelbar relevant für die Wirtschaftlichkeit sind die Personalproduktivität, die Maschinenauslastung sowie die Materialausnutzung.

Die hier gewählte Reihenfolge der Zieldimensionen orientiert sich nicht an deren jeweiligen Wichtigkeit, denn diese ist je nach Produktion unterschiedlich. Sie gibt jedoch die logische Abfolge der erforderlichen Zielsetzung in den einzelnen Dimensionen an. So beginnt man mit der Festlegung des zu produzierenden Produktspektrums, mit dem man sich einen Markterfolg erhofft. Anschließend sind dann die angestrebte Produktqualität und die zugehörige Produktionsqualität festzulegen. Wenn die Produktionsprozesse technologisch feststehen, können Bearbeitungszeiten und Prozessdauern ermittelt werden. Außerdem sind dann die Punkte im Produktionsfluss bekannt, an denen die Varianten gebildet werden. Erst abschließend kann mit der konkreten Gestaltung und Auswahl der zur Erreichung der anderen Ziele benötigten Ressourcen die Wirtschaftlichkeit geprüft werden. Spätestens bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gibt es dann Rückwirkungen auf die anderen drei Zieldimensionen. In der Regel führt das zur wechselseitigen Einschränkung der Zielerreichungsgrade, das heißt bei Variabilität, Qualität oder Geschwindigkeit müssen aus Kostengründen sowie anderen Unverträglichkeiten Abstriche gemacht werden.

Die Aufgabe der Produktionsoptimierung ist es nun, die *Effizienz* der Produktion im Hinblick auf die vier einander widerstrebenden Zieldimensionen beständig zu steigern. Dabei ist erschwerend zu berücksichtigen, dass diese Zielsetzungen auch eine historisch veränderliche relative Gewichtung haben – insbesondere getrieben durch technologische Entwicklung und gesellschaftlichen Wohlstand. Geht es zunächst darum, überhaupt ein bestimmtes Produkt zu besitzen, so steigen mit wachsendem Wohlstand und technologischer Erfahrung die Ansprüche an die Eigenschaften der Produkte, wie Funktionalität und Qualität. Dies kann zu höheren Erwartungen an die Leistungsfähigkeit der Produktion einhergehend mit der Akzeptanz (geringfügig) höherer Preise oder auch zu extremem Preisdruck bei verringerten Ansprüchen führen. Diese Erfahrung resultiert aus dem einfachen, doch leicht zu übersehenden Zusammenhang, dass gesellschaftlicher Wohlstand nur dann steigen kann, wenn die Produkte immer billiger werden, oder wenn sie bei nur moderat steigenden Preisen immer besser und leistungsfähiger werden. Der Kostendruck in der Produktion ist die Rückseite der Wohlstands-Medaille. Ermöglicht wird dies

durch den technologischen Fortschritt. Dieser bietet entweder eine deutlich erhöhte Wirtschaftlichkeit bei der Produktion oder aber mehr Möglichkeiten, den Erreichungsgrad der leistungsbezogenen Ziele zu verbessern, ohne dabei die Wirtschaftlichkeit allzu sehr zu beanspruchen.

Erfolgsfaktoren

In diesen eher weit gefassten Grenzen kann sich ein Unternehmen mit seinen Produkten spezifisch am Markt positionieren – und niedrig- oder hochpreisige Produkte anbieten. Das Preisniveau kann gerechtfertigt sein durch Materialqualität, Verarbeitungsqualität, Haltbarkeit und Zuverlässigkeit, Design und Marken-Image, Verfügbarkeit, innovative Produktgestaltung, Folgekosten der Anwendung, Umweltverträglichkeit und anderes mehr (Abb. 1.4). Die analoge Struktur der Zieldimensionen der Produktion und der Erfolgsfaktoren der Produkte zeigt, dass beide aufeinander abgestimmt sein müssen. Die an einem bestimmten Produktionsstandort angestrebten Zielsetzungen müssen zur jeweiligen, vom Unternehmen strategisch festgelegten Ausprägung der Erfolgsfaktoren passen. So können die Stärken eines jeden Standorts auf entsprechend hohe Anforderungen an das dort herzustellende Produkt treffen.



Abb. 1.4. Die vier Erfolgsfaktoren der Produkte am Markt

Zieldimensionen

Aufgabe der Produktionsoptimierung ist es, die *Effizienz* der Produktion im Hinblick auf vier einander widerstrebende Zieldimensionen beständig zu steigern. Diese vier Dimensionen Variabilität, Qualität, Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit spiegeln sich als Erfolgsfaktoren der Produkte am Markt. Mit den Marktzielen Lieferbarkeit, Lieferfähigkeit und Liefertreue, Lieferzeit sowie Preis sind die strategischen Vorgaben für eine Produktion im Wesentlichen komplett umrissen.

1.2.1 Die Dilemmata der Produktionsablaufplanung

Die Herausforderung an das Produktionsmanagement liegt nun darin, dass Maßnahmen zur Verbesserung einer Zieldimension oft zur Verschlechterung des Zielerreichungsgrades bei den anderen Dimensionen führen. Diese Zielwidersprüche treten bei der Disposition sowie der Ablaufplanung zwischen drei Zielgrößen auf und sind in der Fachliteratur jeweils als entsprechendes ‚Dilemma‘ (Gutenberg 1951) oder als *Zielkonflikte* der Produktionslogistik (Wiendahl 1997) bekannt. Sie sollen hier im Folgenden in leicht angepasster Weise jeweils als Dreiecksschema nachgezeichnet werden. Diese Vorarbeit erlaubt es, unter Ergänzung der vierten Zieldimension ‚Variabilität‘ ein allgemeines Schema der Zieldimensionen zu entwickeln (Abschn. 1.2.2).

Ablaufplanungsdilemma

Das *Ablaufplanungsdilemma* tritt bei der Ablaufplanung beziehungsweise Terminplanung für eine Produktion auf (Abb. 1.5). Deren Zielsetzung ist es, Fertigungs- und vor allem Kundenaufträge termingetreu fertigzustellen. Die Termintreue ist ein Maß für die logistische Prozesssicherheit der Produktion, die es zu maximieren gilt (Zieldimension ‚Qualität‘). Insbesondere bei schwankendem Kundenbedarf ist dieses Ziel am einfachsten bei mehr oder weniger unbegrenzten Produktionskapazitäten zu erreichen. Da wegen der beschränkten Investitionsmittel Kapazitäten jedoch immer begrenzt sind, ist es gleichzeitig ein Ziel der Ablaufplanung, mit einer hohen Kapazitätsauslastung niedrige beziehungsweise marktfähige Produktionskosten zu erreichen (Zieldimension ‚Wirtschaftlichkeit‘). Dazu ist eine Vergleichmäßigung der Produktionsmenge erforderlich.

Die Realisierung einer exakt gleichmäßigen Auslastung bei schwankender Kundennachfrage führt unweigerlich zu Schwankungen in den Durchlaufzeiten von Kunden- und Produktionsaufträgen. Dies gefährdet das Ziel der Termintreue, da die Einhaltung von Terminzusagen vorhersehbare Durchlaufzeiten voraussetzt. Generell gilt, dass kurze Durchlaufzeiten vorhersehbarer sind, da erstens für terminliche Verschiebungen weniger Zeit besteht; Aufträge sind gewissermaßen schon fertig bearbeitet, bevor man dazu kommt, Terminverschiebungen einzuplanen. Damit sind sie zweitens auch leichter plan- und steuerbar, da aufwendige Umplanungen sowie veränderliche Prioritäten entfallen. Schließlich sind drittens auch höhere prozentuale Schwankungen absolut betrachtet bei vergleichbaren Produkten von geringerer Bedeutung – bei zwei Tagen Lieferzeit machen fünfzig Prozent Verzögerung einen Tag aus, der eventuell durch eine Expresszustellung wieder einholbar ist, während dies bei einem Monat

Lieferzeit schmerzliche zwei Wochen wären (Zieldimension ‚Geschwindigkeit‘). Zielsetzung der Ablaufplanung ist es also, Prozesssicherheit hinsichtlich Termintreue und Dauer bei gleichzeitig niedrigen Produktionskosten zu erreichen. Dabei steht die Auslastungsmaximierung im Zielkonflikt zur Maximierung der Termintreue und Minimierung der Durchlaufzeit, während die letzteren beiden, wie in der Abbildung gezeigt, durchaus verträglich sind (Abb. 1.5).

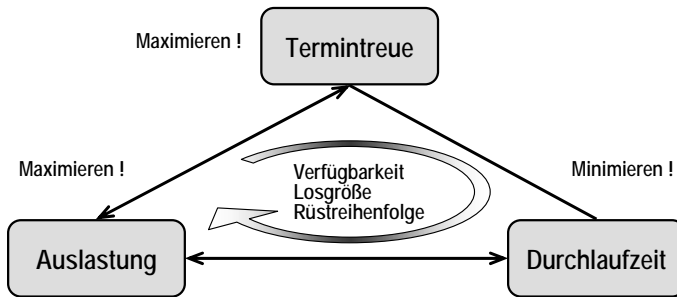


Abb. 1.5. Ablaufplanungsdilemma mit Zielkonflikten und Einflussgrößen

Die begrenzte Produktionskapazität wird zudem durch mangelhafte technische *Verfügbarkeit* der Ressourcen zeitlich unvorhersehbar eingeschränkt. Die dadurch beeinflusste Maschinenauslastung hat Rückwirkungen auf Durchlaufzeit und vor allem die Termintreue. Weitere Restriktionen entstehen insbesondere durch Rüstanforderungen, die einerseits als Rüstzeiten die verfügbare Kapazität weiter vermindern und damit die Ressourcenkosten erhöhen sowie andererseits eine Bildung von Produktionslosen, die typischer Weise gerade nicht dem unmittelbaren Kundenbedarf entsprechen, erforderlich machen. Optimierungsgrößen bei der Ablaufplanung sind damit die Produktions-*Losgrößen* sowie deren Reihenfolge, das heißt die *Rüstreihenfolge* (Abb. 1.5). Beides beeinflusst den Zielerreichungsgrad maßgeblich. Beim Rüsten zeigt sich der Zielkonflikt zwischen der Dringlichkeit einer Variante bezogen auf den aktuellen Kundenbedarf sowie dem von Losgröße und variantenabhängiger Rüstreihenfolge bestimmten Kapazitätsangebot.

Dispositionsdilemma

Das *Dispositionsdilemma* tritt sowohl bei der Disposition von Halbfabrikaten und Fertigprodukten als auch beschaffungsseitig bei der Materialwirtschaft in Erscheinung (Abb. 1.6). Zielsetzung der Disposition ist es, den Kunden eine Lieferung entsprechend des jeweiligen Kundenwunschtermins zusagen zu können, also eine hohe Lieferfähigkeit zu erreichen. Die

Lieferfähigkeit ist ein Maß für die logistische Prozessfähigkeit der Fabrik, die es zu maximieren gilt (Zieldimension ‚Qualität‘). Dies ließe sich leicht erreichen, wenn alle Produkte als Fertigware in den maximalen Bestellmengen der Kunden vorrätig gehalten würden. Je nach Varianzbreite der Endprodukte hätte man es dann jedoch mit exorbitanten Kapitalbindungskosten im Bestand zu tun. Um dies zu vermeiden, disponiert und lagert man Halbfabrikate und Rohmaterialien. Die geforderte Minimierung der jeweiligen Bestände setzt eine im Vergleich zur Lieferzeit geringere Wiederbeschaffungszeit beim Lieferanten respektive der eigenen Vorproduktion voraus. Hierbei gilt als wichtige Nebenbedingung, dass die Lieferzeit marktgerecht kurz sein muss (Zieldimension ‚Geschwindigkeit‘).

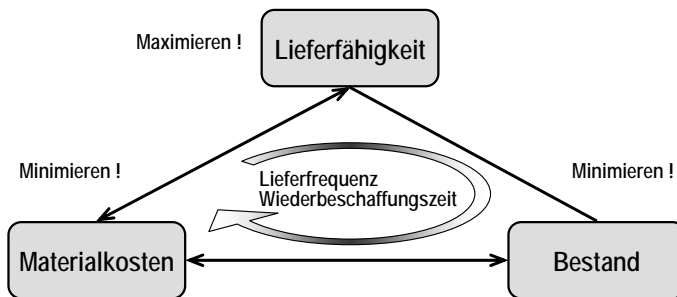


Abb. 1.6. Dispositionsdilemma mit Zielkonflikten und Einflussgrößen

Eine Bestandssenkung bei kurzen Wiederbeschaffungszeiten macht häufigere Bestellungen in kleineren Bestellmengen mit häufigeren Transporten erforderlich. Der mit der Zahl der Bestellvorgänge erhöhte Verwaltungsaufwand, die kleineren Bestellmengen in gegebenenfalls kleineren Verpackungen zum höheren Stückpreis sowie die häufigeren Lieferungen führen in der Regel zu höheren Materialkosten. Die Aufgabe der Beschaffung liegt nun darin, die Dispositions- und Beschaffungskosten auch bei kleineren, häufigeren Bestellvorgängen gering zu halten. Ganz analog verursacht das häufigere Auflegen von Fertigungsaufträgen in der internen Vorproduktion in der Regel höhere Kosten, die durch Minimierung von Steuerungsaufwänden, Transportstrecken und Rüstzeiten reduziert werden können (Zieldimension ‚Wirtschaftlichkeit‘). Zielsetzung der Disposition ist es also, Prozessfähigkeit der Fabrik hinsichtlich Materialverfügbarkeit beziehungsweise Lieferfähigkeit bei gleichzeitig niedrigen Beschaffungskosten sowie geringen Beständen an Rohmaterialien und Halbfabrikaten zu erreichen. Dabei stehen die Maximierung der Lieferfähigkeit, die Minimierung der Bestände sowie die Minimierung der Materialkosten zueinander im Zielkonflikt (Abb. 1.6).

Optimierungsgrößen für die Disposition und die Materialwirtschaft sind die *Lieferfrequenz* und die *Wiederbeschaffungszeit* (Abb. 1.6). Eine Erhöhung der Lieferfrequenz ermöglicht kleinere Bestellmengen bei Lieferanten und in der Vorproduktion und ist Voraussetzung für Bestandsenkungen bei Rohmaterialien und Halbfabrikaten. Der erreichbare Maximalwert der Lieferfrequenz wird durch die Bestellkosten beschränkt. Durch Absenkungen der Kosten für einen Vorgang kann der Zielkonflikt entschärft werden; der Produktionsablauf verbessert sich insgesamt. Eine Verringerung der Wiederbeschaffungszeit senkt den Planungshorizont und erlaubt so, auf Kundenbedarfsschwankungen auch in der Beschaffung schnell zu reagieren. Dabei reicht es allerdings nicht aus, die Wiederbeschaffungszeit lediglich durch eine Bestandserhöhung beim Lieferanten zu verringern, der dann kurzfristig ab Lager liefern könnte, denn das würde sich früher oder später im Einkaufspreis bemerkbar machen. Bei vergleichsweise langer Wiederbeschaffungszeit lediglich die Lieferfrequenz zu erhöhen, ist ebenfalls nicht zielführend, denn bei Fehlprognosen würden die Bestände steigen, da ja immer mehrere Lieferungen bereits unterwegs sind.

Zieldilemma der Produktion

Die obige Betrachtung von Ablaufplanungsdilemma und Dispositions-dilemma zeigt, dass sich die allgemein bekannten betrieblichen Zielkonflikte auf die drei Hauptziele Qualität, Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit beschränken. Dies lässt sich zusammenfassend im Dreiecksschema zum Dilemma der drei klassischen Ziele der Produktion darstellen (Abb. 1.7). Die Zieldimensionen sollen im Folgenden im Hinblick auf einige ausgewählte, in der Abbildung mit der jeweiligen Zielrichtung dargestellte Teilziele von zentraler Bedeutung näher erörtert werden.

Qualität Hierbei sind *technologische* Qualitätsziele von *logistischen* Qualitätszielen zu unterscheiden. Die technologische Qualität zeigt sich zum einen im Ergebnis, also in der *Produktqualität*, sowie zum anderen im Prozess, also in der *Produktionsqualität*. Der Unterschied besteht im Wesentlichen darin, wann und wo ein Fehler entdeckt wird. Geschieht dies noch in der Fabrik, dann liegt Ausschuss vor oder Nacharbeit ist erforderlich. Die Qualitätsmängel werden unmittelbar in der Produktion verortet. Wird ein Fehler erst nach Auslieferung entdeckt, dann fließt dies in die kunden-seitige Bewertung der Produktqualität ein. Nun ist einer der Erfolgsfaktoren betroffen.