

Robert Hopperdietzel

*Reengineering  
in der Elektro- und Elektronikindustrie*



Robert Hopperdietzel

*Reengineering  
in der Elektro- und Elektronikindustrie*

Herausgegeben von  
Professor Dr.-Ing. Klaus Feldmann,  
Lehrstuhl für  
Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik

**FAPS**



Meisenbach Verlag Bamberg

Als Dissertation genehmigt von der Technischen Fakultät  
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der Einreichung: 7. Juli 1995  
Tag der Promotion: 27. September 1995  
Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. F. Durst  
Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. K. Feldmann  
Prof. Dr.-Ing. H. Meerkamm

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Hopperdietzel, Robert:**

Reengineering in der Elektro- und Elektronikindustrie / Robert  
Hopperdietzel. - Bamberg : Meisenbach, 1996  
(Fertigungstechnik - Erlangen ; 53)  
Zugl.: Erlangen, Nürnberg, Univ., Diss., 1995  
ISBN 3-87525-070-2

NE: GT

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks  
und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus,  
vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des  
Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein  
anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichts-  
gestaltung - mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG ausdrücklich  
genannten Sonderfälle -, reproduziert oder unter Verwendung  
elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder  
verbreitet werden.

© Meisenbach Verlag Bamberg 1996  
Herstellung: Gruner Druck GmbH, Erlangen-Eltersdorf  
Printed in Germany

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Herrn Prof. Dr.-Ing. K. Feldmann, dem Leiter dieses Lehrstuhls am Institut für Fertigungstechnik, danke ich für die engagierte Förderung meiner Arbeit sowie für den Freiraum, den er mir zur Bearbeitung dieses praxisorientierten Aufgabenfeldes zuteil werden ließ.

Herrn Prof. Dr.-Ing. H. Meerkamm, Leiter des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik am Institut für Fertigungstechnik, danke ich für die Übernahme des Korreferats.

Diese Arbeit entstand auf der Basis umfangreicher Reengineeringprojekte in der Elektro- und Elektronikindustrie. Allen industriellen Kooperationspartnern sei hiermit herzlich gedankt. Besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. O. Kling für die zahlreichen Anregungen, den konstruktiven Gedankenaustausch und seine Vorbildfunktion in Aspekten des modernen Managements im Produktionsbetrieb.

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung wäre ohne die tatkräftige Unterstützung durch Studenten und den fachlichen Rat von Kollegen nicht möglich gewesen. Meinen Kollegen Herrn Dipl.-Ing. Wolfgang Blöchl und Herrn Dipl.-Ing. Michael Steber danke ich für ihre Hilfsbereitschaft und kritischen Diskussionsbeiträge. Hervorheben möchte ich weiterhin das Engagement meiner Studenten Michael Ferber, Markus Vogler, Thomas Scheib, Olaf Ludwig, Olaf Pannenbäcker, Matthias Neuner, Jörg Schöffthaler, Ralf Schürer, Matthias Tewes, Frank Weigl, Knut Harmsen, Armin Kratzer, Lothar Zimmermann, Holger Opel, Gabriel Teichert, Robert Egle, Thomas Muschweck, Matthias Klingert, Peter Heierling, Wolfgang Ritz, Michael Vogler, Ute Hofmann, Jürgen Wunderlich, Christian Hecht und meiner Mitarbeiter Dipl.-Ing. Andreas Schenke und Dipl.-Ing. Andreas Günzel. Herrn Dr.-Ing. Jörg Franke danke ich für die wertvollen Anregungen beim Korrekturlesen dieser Arbeit.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meinen Eltern, die mich in meiner Arbeit moralisch bestärkt und unterstützt haben. Dank besonders meinem Vater für den wertvollen Rat in strategisch wichtigen Entscheidungen.

Mein herzlichster Dank gilt jedoch meiner lieben Frau Angela für das große Verständnis und unterstützende Umfeld, das letztendlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat. Ihr widme ich diese Arbeit.

*Robert Hopperdietzel*



# Reengineering in der Elektro- und Elektronikindustrie

- Inhaltsverzeichnis -

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Randbedingungen und Anforderungen - Modellbildung .....</b>	<b>3</b>
2.1	Begriffe und Definitionen .....	4
2.1.1	Prozeß und Aktivität .....	4
2.1.2	Wertschöpfungszenrum .....	6
2.2	Beschreibung des Problemfeldes .....	6
2.2.1	Abgrenzung des Untersuchungsbereiches .....	7
2.2.2	Reduktion des Problemfeldes .....	8
2.3	Anforderungen an die Methodik .....	9
2.4	Ganzheitliches und kontinuierliches Reengineeringmodell .....	10
<b>3</b>	<b>Stand der Erkenntnisse und Defizite.....</b>	<b>12</b>
3.1	Darstellung ausgewählter Methoden und Werkzeuge.....	12
3.1.1	ABC-Analyse.....	12
3.1.2	Produkt-Portfolio-Methode.....	12
3.1.3	Technologie-Portfolio-Methode .....	14
3.1.4	Prozeßmodell nach Tränckner .....	15
3.1.5	Simulation immaterieller Unternehmensprozesse nach Kölzer ....	17
3.1.6	Analyse und Modellierung mit dem ARIS-Toolset.....	18
3.1.7	Analyse von Prozeßkostensätzen.....	18
3.1.8	Operatives Fertigungscontrolling.....	19
3.2	Defizite und Zielableitung.....	19

<b>4</b>	<b>Analyse von Kernprozessen.....</b>	<b>21</b>
4.1	Strukturelle Identifikation von Kernprozessen.....	21
4.1.1	Analyse der Unternehmen-Kunden-Beziehungen.....	25
4.1.2	Analyse der Prozeß-Fachbereich-Beziehungen.....	27
4.1.3	Analyse der Prozeß-Aktivitäten-Beziehungen.....	28
4.2	Quantifizierende Analyse von Kernprozessen.....	28
4.2.1	Abstraktion der Ablauforganisation.....	30
4.2.2	Analyse von Geschäftsprozessen.....	32
4.2.3	Analyse von Produktionsprozessen.....	37
4.3	Beispiel - Fertigung von Schaltungsträgern.....	43
4.3.1	Identifikation der Prozeßstruktur.....	43
4.3.2	Durchführung einer quantifizierten Prozeßanalyse.....	44
4.3.3	Diskussion von Lösungsansätzen.....	45
<b>5</b>	<b>Gestaltung von Kernprozessen.....</b>	<b>47</b>
5.1	Referenzmodell zur Auftragsabwicklung in der Elektro- und Elektronikindustrie.....	48
5.1.1	Strukturierung des Modells.....	49
5.1.2	Aktivitätsnetz „Vertrieb“.....	51
5.1.3	Aktivitätsnetz „Logistik“.....	52
5.1.4	Aktivitätsnetz „Produktion“.....	53
5.2	Rechnergestützte Modellierung von Prozeßstrukturen.....	55
5.2.1	Beschreibung der Softwarearchitektur.....	56
5.2.2	Objekte, Parameter und Kontrollflußbeziehungen.....	57
5.2.3	Modellierung von Prozeßstrukturen.....	61
5.3	Dezentralisierung von Sekundärleistungen - Outsourcing.....	67
5.3.1	Begriffsklärung.....	72
5.3.2	Bestimmung von Kernkompetenzen.....	73
5.3.3	Identifikation der Outsourcing-Potentiale.....	79
5.3.4	Beispiel - Gestaltung des Sekundärbereiches „Werkzeugbau“.....	83
<b>6</b>	<b>Regelung von Kernprozessen.....</b>	<b>87</b>
6.1	Systemregelung durch kontinuierliche Verbesserungsprozesse.....	87
6.1.1	Anforderungen an die Systemregelung.....	87
6.1.2	Definition der Unternehmung als dynamisches System.....	88
6.2	Modell eines hierarchischen Regelungssystems für Wertschöpfungs- prozesse.....	90
6.2.1	Struktur des prozeßorientierten Kennzahlensystems.....	90
6.2.2	Zielgrößen des hierarchischen Prozeßcontrolling.....	91
6.3	Beispiel - Kernprozeß „Fertigung von Schaltgeräten“.....	95
6.3.1	Leistungskennzahlen auf Kernprozeßebene.....	96
6.3.2	Leistungskennzahlen auf Produktionsgruppenebene.....	98

<b>7</b>	<b>Lösungen zur Sicherung der Leistungsfähigkeit von Kernprozessen.....</b>	<b>101</b>
7.1	Reaktionsstarke Kundenorientierung durch Konzentration auf Kernprozesse .....	101
7.1.1	Logistische Gestaltung eines „Wertschöpfungsentrums“ .....	102
7.1.2	Integration angeschlossener Geschäftsprozesse .....	108
7.1.3	Anpassung der Produktionsplanung und -steuerung.....	110
7.2	Effiziente Ressourcennutzung durch Vermeidung von Verschwendungen .....	119
7.2.1	Verbesserte Ressourcennutzung in der Produktionsgruppe.....	119
7.2.2	Verbesserte Ressourcennutzung bei der Produkt-/Prozeßentwicklung .....	121
7.2.3	Verbesserte Ressourcennutzung durch flußorientierte Layoutgestaltung .....	123
7.3	Effiziente Informationsflüsse durch Workflow-Management .....	132
<b>8</b>	<b>Nutzenbewertung der Konzentration auf Kernpotentiale.....</b>	<b>135</b>
8.1	Nutzenpotentiale effizienter Kernprozesse .....	136
8.1.1	Erlösmaximierung durch reaktionsstarke Kundenorientierung....	136
8.1.2	Kostenreduktion durch Vermeidung von Verschwendungen.....	138
8.2	Nutzenpotentiale der Dezentralisierung von Sekundärleistungen.....	139
8.2.1	Kostenflexibilisierung durch Fixkostenreduktion .....	140
8.2.2	Kostenreduktion durch Sourcingmodelle.....	141
8.2.3	Kapitalfreisetzung durch Verminderung des Anlage- und Umlaufvermögens.....	145
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>147</b>
	<b>Literatur .....</b>	<b>149</b>



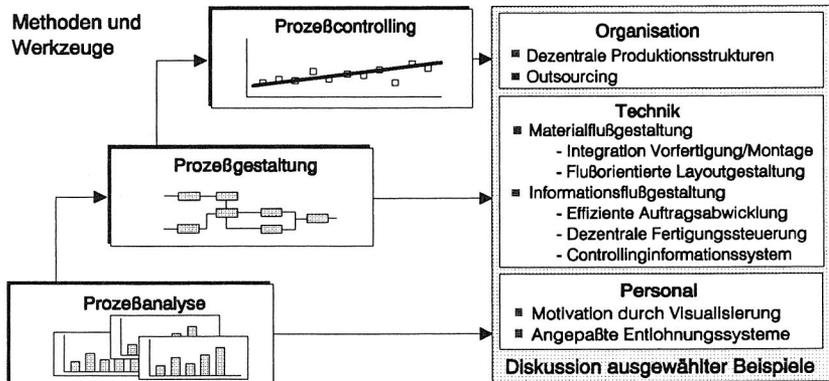
# 1 Einleitung

Die gegenwärtige ökonomische Situation ist von großer Unsicherheit und Orientierungslosigkeit geprägt [113]. Das Zusammenwirken verschiedener Ereignisse wirtschaftlicher, politischer und technologischer Dimension [33] führte zu einer kritischen Diskussion um den Produktionsstandort Bundesrepublik Deutschland respektive adäquate Maßnahmen zur Standortsicherung. Im besonderen hohe Arbeitskosten in Verbindung mit einer geringen Nutzung der effektiv zur Verfügung stehenden Arbeitszeit kennzeichnen den Standort im internationalen Vergleich. Der Wettbewerb auf den ohnehin schon gesättigten Märkten wird noch verstärkt durch den Konkurrenzdruck, der nach dem Wegfall der Handelsgrenzen vom europäischen Binnenmarkt ausgeht [6]. Durch die Öffnung der Grenzen nach Osteuropa werden langfristig neue Absatzmärkte geschaffen. Kurzfristig bringen nur die neuen Möglichkeiten der kostengünstigen Produktion im dezentralen Fertigungsverbund eine Entlastung [30].

Somit finden sich Unternehmen in einem harten Wettbewerb um Marktanteile und Kunden wieder, der nicht nur über den Preis und die Qualität der Produkte ausgetragen wird, sondern maßgeblich von der Schnelligkeit und Reaktionsstärke des Unternehmens auf spezifische Kundenanfragen bestimmt wird [73]. Eine zusätzliche Herausforderung an die Flexibilität und Reaktionsfähigkeit der Unternehmen ergibt sich aus der beschleunigten technologischen Entwicklung und den immer kürzer werdenden Innovationszyklen, die eine zunehmende Verringerung der Produktlebensdauer mit sich bringen.

Studien [14, 49, 65] belegen, daß „...Spitzenfirmen“ auch in sogenannten „...schwierigen Industrien und Zeiten“ deutlich erfolgreicher sind als leistungsschwache Unternehmen in „...blühenden Zukunftsbereichen“. Spitzenfirmen zeichnen sich dabei besonders durch ihre reaktionsstarke Kundenorientierung und ihr Streben nach Einfachheit aus. Einfachheit ist dabei als komplexitätsreduzierende Konzentration auf Kernpotentiale zu verstehen. Das Erfolgsrezept dieser Unternehmen liegt also in der Fokussierung und effizienten Gestaltung kundenorientierter Kernpotentiale. Während durch die konsequente Ausrichtung auf den Kunden eine Maximierung des Erlöses erreicht wird, wirkt das Prinzip der Einfachheit stark kostensenkend. Die Gesamtkapitalrendite der Unternehmung entwickelt sich äußerst vorteilhaft.

Branchenvergleiche [65] zeigen, daß insbesondere die Elektro- und Elektronikindustrie einer starken Dynamik hinsichtlich Marktanforderungen, Kundenspezifikationen, Produktlebenszyklen und Technologieinnovationen [36] unterliegt. Deshalb sollen im Rahmen dieser Arbeit am Beispiel der höchsten Anforderungen ausgesetzten Elektro- und Elektronikindustrie Maßnahmen zur Gestaltung effizienter Produktionsstrukturen durch Verknüpfung innovativer technischer Lösungen mit neuen organisatorischen Ansätzen diskutiert werden. Diese Zielsetzung schließt ein die Bereitstellung erforderlicher methodischer Werkzeuge und Beschreibung möglicher Lösungswege anhand von Praxisbeispielen. Dabei soll die Struktur der Arbeit dem methodischen Vorgehen bei der Durchführung von Reengineeringprojekten folgen.



*Bild 1.1: Gestaltung effizienter Produktionsstrukturen durch Verknüpfung innovativer technischer Lösungen mit neuen organisatorischen Ansätzen*

Es gilt, Methoden und Werkzeuge zur strukturellen Identifikation und quantifizierenden Analyse unternehmensspezifischer Kernpotentiale, sowie zur Neuordnung der zugrundeliegenden Geschäfts- und Produktionsprozesse einschließlich der Berücksichtigung von Produktionsverlagerungspotentialen vorzustellen. Diese Maßnahmen unterstützen ein ganzheitliches Reengineering ad hoc und schaffen für einen kurzen Zeitraum optimierte Verhältnisse in der Unternehmung. Der beschleunigte Umfeldwandel durch Markt- und Wettbewerbsdynamik im Bereich der Elektro- und Elektronikindustrie verlangt weiterhin nach einem kontinuierlichen Reengineering. Dazu sind Methoden zur Bewertung der Effektivität der geschaffenen Wertschöpfungszentren im dynamischen Umfeld bereitzustellen. Diese Controllinginstrumente sollen Defizite aufdecken und einen kontinuierlichen Verbesserungsprozeß gewährleisten.

Durch die Bereitstellung dieser Methoden und Werkzeuge werden Unternehmen grundsätzlich dazu befähigt, die Bildung dynamischer Organisationsstrukturen voranzutreiben. Sie können die Herausforderung eines turbulenten Umfeldes aufnehmen und in diesem wettbewerbsfähig agieren.

Vorgehen und Wirkmechanismen des erarbeiteten Reengineeringmodells werden an konkreten Praxisbeispielen aus der Elektro- und Elektronikindustrie für die Gestaltungselemente Organisation, Technik und Personal eines Unternehmens verifiziert. Die Darstellung der Methoden an Unternehmensbeispielen der Elektro- und Elektronikindustrie ist als Vorbild zu interpretieren. Das Verfahren kann problemlos auch in jeder anderen Branche eingesetzt werden.

## 2 Randbedingungen und Anforderungen - Modellbildung

Veränderte Wettbewerbsbedingungen erschweren es zunehmend, über traditionelle Methoden stark arbeitsteilig organisierter Fabriken zu Wettbewerbsvorteilen zu gelangen. Mit den aus dem Prinzip des Taylorismus gewachsenen Merkmalen, insbesondere der Spezialisierung der Arbeitskräfte, begleitet von zentralen Planungs- und Kontrollinstanzen, lassen sich heute zumeist keine langfristigen Erfolge mehr erzielen. Vielmehr sind gerade in derartig starren Strukturen grundlegende Ursachen für die sich gegenwärtig abzeichnenden wirtschaftlichen Mißerfolge zu sehen. Der eklatante Mangel an Transparenz und Flexibilität findet seinen Niederschlag in langen Informations- und Materialdurchlaufzeiten, hohen Lager- und Werkstattbeständen, sowie kostentreibenden Qualitätssicherungsmaßnahmen. Das daraus resultierende Reaktionsversagen auf ständige Veränderungen der Markt- und Kundenanforderungen läßt die unternehmensinternen Mißstände schließlich auch extern sichtbar werden.

Zur Sicherung der Reaktionsfähigkeit auf turbulente und komplexe Umfeldbedingungen müssen herkömmliche, statische Fabrikstrukturen künftig in adäquate, dynamische Organisationsformen überführt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß es mit dem heutigen Erkenntnisstand nicht möglich ist, komplexe Prozesse, die zudem eine unterschiedliche Dynamik aufweisen, vollständig zu erfassen oder gar vorherzusagen. Beschreibbare Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung gibt es nur für abgegrenzte Teilbereiche der Realität. Der Problemstellung angemessene Grenzziehungen werden jedoch im Umfeld zunehmender Dynamik und Vernetzung der Märkte immer gewagter. Erforderlich ist vielmehr, verstärkt Vertrauen gegenüber chaotischen Systemen aufzubringen und deren - nach den Erkenntnissen der Chaosforschung existente - selbstregulierende Kräfte auszunutzen. Um dabei die erforderliche zielkonforme Lenkung der Organisationen gewährleisten zu können, müssen weitere Gesetzmäßigkeiten komplexer dynamischer Systeme erkannt und in die zu entwickelnden Fabrikstrukturen integriert werden.

Das Ausmaß der zielkonformen Lenkung von Organisationen ist begrenzt durch die Varietät ihres Regulationssystems. Sie bezeichnet die potentielle Anzahl adäquater Erwidierungen (Reaktionsmöglichkeiten) auf die jeweilige Problemsituation und führt zum Gesetz der erforderlichen Varietät von Ashby [102]:

*„Nur Varietät kann Varietät absorbieren.“*

Ein komplexes System (Unternehmen) ist also nur dann unter Kontrolle, wenn die individuelle Varietätsgrenze des Reglers nicht überschritten wird. Aus diesen Überlegungen resultiert letztendlich auch die Forderung nach Autonomie - sprich Selbstregulation - der Teilsysteme. Die Autonomie ist die Voraussetzung zur Produktion von problembezogenen Antworten vor Ort. Anschaulich bedeutet dies, daß lebensfähige Unternehmen der Form „Fabrik in der Fabrik in der Fabrik ...“ genügen müssen. Jedes Organisationselement hat unternehmensinterne und -externe Kunden und Lieferanten.

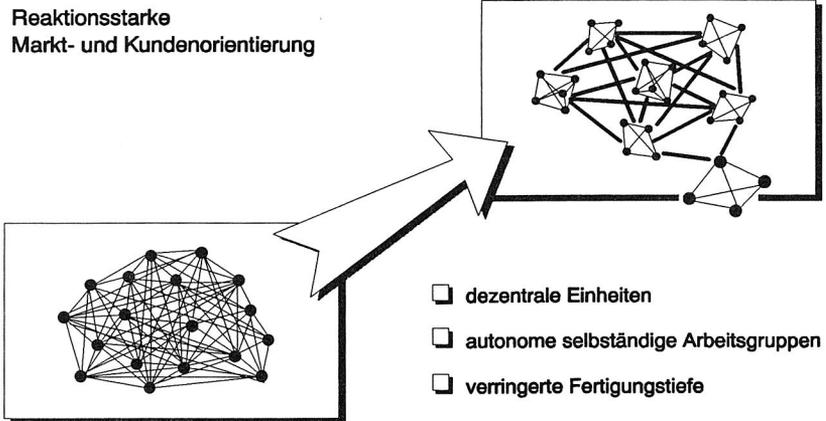


Bild 2.1: Gestaltung dynamischer Organisationsstrukturen

Gebilde, die derartige Strukturen aufweisen, werden nach ihrem Entdecker Benoit B. Mandelbrot als *Fraktale* bezeichnet. Seine rein mathematische Definition über topologische Dimensionen [69] beruht jedoch auf der Betrachtung geometrischer, mathematisch beschreibbarer Strukturen und ist damit für unsere Belange ungeeignet. Unter dem Begriff *Fraktal* wird hier fortan eine Organisationseinheit subsumiert, die eine *selbstähnliche Struktur* besitzt und *selbstorganisierend* und *selbstoptimierend* ist [113].

Bild 2.1 verdeutlicht Ausgangslage (Taylorsche Arbeitsteilung) und Zielsetzungen der Bildung dynamischer Organisationsstrukturen.

## 2.1 Begriffe und Definitionen

Zunächst erfolgt eine Reihe von Begriffsklärungen, die zum Verständnis der weiteren Ausführungen unumgänglich sind.

### 2.1.1 Prozeß und Aktivität

Im Zentrum der Betrachtungen steht der *Prozeß*. Es handelt sich dabei um eine deterministische Verkettung von Aktivitäten mit dem Ergebnis einer konkreten Prozeßleistungserbringung. Prozesse sind damit die Aktivitätsträger des Unternehmens. Es sei angemerkt, daß die fortgesetzte Verkettung von Aktivitäten im allgemeinen nicht zu linearen Prozessen führt. Vielmehr ist es in der Praxis die Regel, daß sich die Aktivitätsketten an verschiedenen Stellen in Teilketten verzweigen, und daß sich Teilketten wieder vereinen. Insbesondere ist dadurch das Auftreten von Zyklen erlaubt. Für den zeitlichen Prozeßfortschritt ist es jedoch wichtig, daß diese Zyklen nur endlich oft

durchlaufen werden, es also eine Abbruchbedingung gibt, die mit Sicherheit nach endlicher Zeit erfüllt wird.

Das verwendete Konstrukt *Aktivität* soll in diesem Kontext als elementare Funktion des betrieblichen Leistungsangebots verstanden werden. Elementare Funktionen können bezüglich der Quantifizierung der Leistungserbringung nicht weiter sinnvoll unterteilt werden.

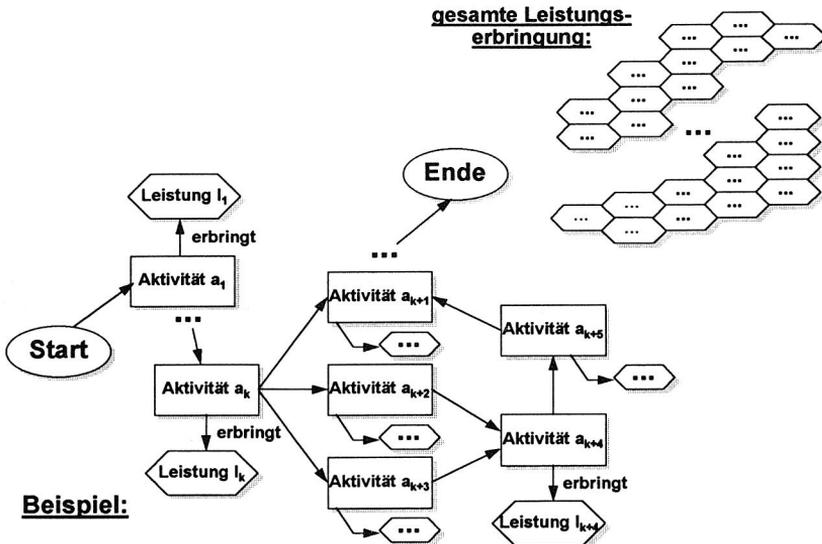


Bild 2.2: Veranschaulichung des Prozeßbegriffs

In Unternehmen gibt es in den meisten Fällen verschiedene Arten von Prozessen. Systematisiert man Prozesse nach der Art der in ihnen vorkommenden Aktivitäten, so erhält man auf einfache Weise eine Unterteilung in Geschäfts- und Produktionsprozesse. *Geschäftsprozesse* sollen hierbei alle diejenigen Prozesse sein, durch die Informationen erzeugt und verändert werden. Im Gegensatz dazu stehen die *Produktionsprozesse*. Die in ihnen wirkenden Aktivitäten erzeugen neben Informationen vor allem materielle Werte. Es findet eine materielle Wertschöpfung statt.

Die beiden genannten Klassen von Prozessen können jeweils weiter in Kernprozesse und Nebenprozesse unterteilt werden. Diese Unterscheidung ist die Konsequenz aus der Betrachtungsweise nach der Wichtigkeit eines Prozesses für das Unternehmen sowie dem Grad seiner Kostenerzeugung und seiner Ertragerbringung.

Ein *Kernprozeß* ist demnach ein Prozeß, der für die Realisierung der Gesamtfunktion des Unternehmens erforderlich ist und zudem meist einen hohen Verbrauch an Geldmitteln verursacht. Durch seine hohe Wiederholrate kann er einen signifikanten Anteil am Gesamtertrag des Unternehmens erbringen, bei wenig effektiver Ausführung jedoch auch stark erfolgshemmend wirken. Der Kunde nimmt bei näherer Betrachtung von Kernprozessen eine Sonderstellung ein. Er steht immer direkt oder indirekt sowohl am Anfang als auch am Ende des Kernprozesses. Ein Kernprozeß beschreibt damit unter Einbeziehung des Kunden immer einen Zyklus.

Das Komplement dazu ist der *Nebenprozeß*. Er ist auch für die Realisierung der Gesamtfunktion des Unternehmens erforderlich, tritt aber weniger häufig auf und ist nur in kleinerem Maße am Unternehmenserfolg beteiligt. Im allgemeinen verursacht er anteilmäßig geringere Kosten.

### 2.1.2 Wertschöpfungszentrum

Ein *Wertschöpfungszentrum* entsteht durch Integration untereinander abhängiger und damit funktionell zusammengehöriger Geschäfts- und Produktionsprozesse. Die beteiligten Prozesse liegen in einer strukturell und ablauforganisatorisch optimierten Form vor. Aufgrund der Möglichkeiten zur Selbstorganisation und Selbstoptimierung erfüllt ein Wertschöpfungszentrum die Anforderungen dynamischer Organisationsgestaltung und besitzt damit Anpassungsfähigkeit hinsichtlich sich stetig ändernder Umfeldbedingungen.

Da mit der Bildung von Wertschöpfungszentren eine enge Verflechtung der Aktivitäten von Geschäfts- und Produktionsprozessen einhergeht, ist es sinnvoll, in diesem Zusammenhang allgemein nur noch von Prozessen zu sprechen.

## 2.2 Beschreibung des Problemfeldes

Die in der Elektro- und Elektronikindustrie vorherrschenden Umfeldbedingungen unterliegen einer starken Dynamik. So muß beispielsweise ein Hersteller von elektromechanischen Standardprodukten heute in der Lage sein, wechselnden Marktverhältnissen und Kundenwünschen flexibel gegenüberzutreten und durch eine kundennahe Fertigung mit sehr unterschiedlichen Losgrößen und kürzesten Lieferzeiten, unter Gewährleistung einer maximalen Produktvarianz strategische Wettbewerbsvorteile erzielen.

In der Elektronikfertigung werden diese Rahmenbedingungen zusätzlich durch kurze Produktlebenszyklen und stark beschleunigte Technologieinnovationen, wie beispielsweise durch die MID-Technologie [36], verschärft. Daraus resultieren höchste Anforderungen an die Gestaltung dynamischer Prozeßstrukturen und die kontinuierliche Anpassung dieser Strukturen an das turbulente Umfeld.

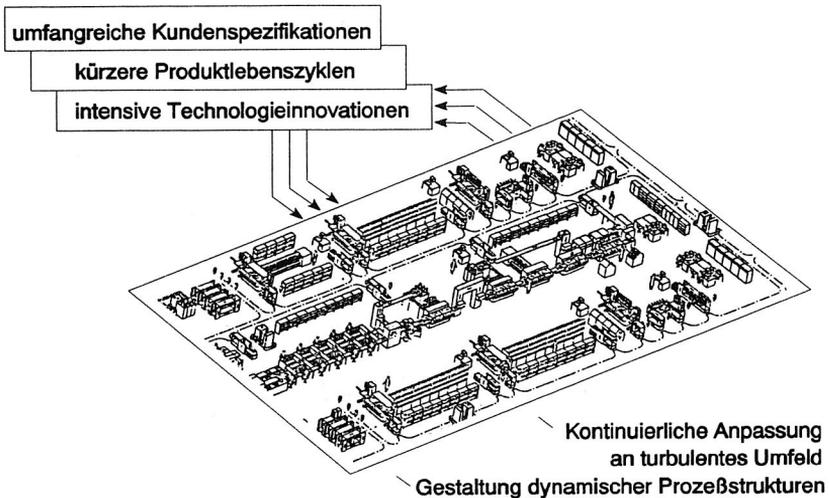


Bild 2.3: Beschreibung des Problemfeldes in der Elektro- und Elektronikindustrie

### 2.2.1 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches

Das in der vorliegenden Arbeit dargestellte Verfahren und die zugrundeliegenden Techniken wurden in Unternehmen der Elektro- und Elektronikindustrie eingesetzt und weiterentwickelt.

Unternehmen dieser Branche können grundsätzlich durch ein „Drei-Ebenen-Modell“ (Bild 2.4) mit den Bereichen

- Produkt- und Prozeßentwicklung,
- Auftragsabwicklung und Kundenbetreuung und
- Produktion

beschrieben werden. Entsprechend der Definition von Kernprozessen, nach welcher der Kunde immer am Anfang und Ende eines Kernprozesses steht, können als typische Beispiele für Kernprozesse die

- Produkt-/Prozeßentwicklung,
- Angebotsbearbeitung,
- Auftragsabwicklung für Standardprodukte,
- Auftragsabwicklung für kundenspezifische Produkte,
- Kundendienst und Reklamationsbearbeitung

angegeben werden. Diese Prozesse werden von dem vorgeschlagenen Unternehmensmodell abgebildet. Informationsfluß und Materialfluß spannen das Netz zwischen den einzelnen Aktivitäten. Bei den betrachteten Abläufen handelt es sich um Folgeprozesse. Fließprozesse

sollen nicht berücksichtigt werden. Da dieses Unternehmensmodell sehr allgemeingültig ist und keineswegs nur für Unternehmen der Elektro- und Elektronikindustrie Gültigkeit besitzt, wird die Portabilität der Methodik ersichtlich.

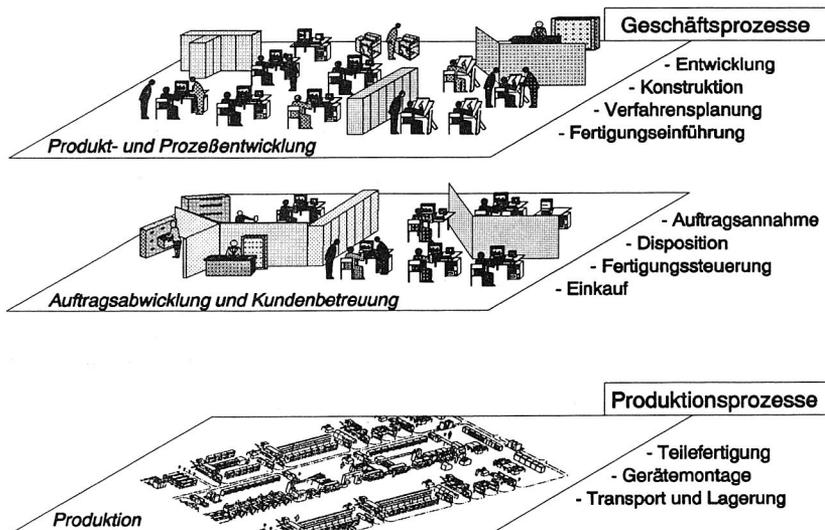


Bild 2.4: „Drei-Ebenen-Modell“ zur Beschreibung von Produktionsunternehmen in der Elektro- und Elektronikindustrie

### 2.2.2 Reduktion des Problemfeldes

Bei der Generierung neuer Strukturformen müssen äußere Einflüsse auf die Unternehmung als Randbedingungen Beachtung finden. Um den Aufwand zur Einhaltung der vielen Randbedingungen zu minimieren, ist es zweckmäßig sie auf einige wenige zu reduzieren. Im wesentlichen kristallisieren sich dabei die beiden folgenden Klassen heraus:

*Standortmerkmale*, worunter Arbeits- und Arbeitsnebenkosten, die effektive Arbeitszeit der Beschäftigten und damit auch die Maschinenlaufzeiten, die regional geprägte Ausbildung und Infrastruktur, die spezifische örtliche Steuer- und Abgabenbelastung, die Kapitalkosten sowie die vorherrschenden rechtlichen Rahmenbedingungen zu zählen sind;

*Marktmerkmale*, die sich in der fortgesetzten Wandlung vom Verkäufer- zum Käufermarkt in Verbindung mit drastischer Reduzierung der Preise bei paralleler Steigerung der Leistungsmerkmale, einer immer weiter zunehmenden Vernetzung und Globalisierung der Absatzmärkte, immer kürzeren Produkt- und Prozeßinnovationszyklen sowie in der Forderung nach kurzen Lieferzeiten widerspiegeln.

Das globale Ziel der Strukturveränderung in der Unternehmung ist eine möglichst hohe Effizienz der in ihr ablaufenden Prozesse gemessen an diesen Randbedingungen. Um feststellen zu können, in welchem Maße dieses Ziel erreicht wurde, ist eine Quantifizierung der Randbedingungen nötig. Nur so können konkrete Aussagen über die Zielerfüllung getroffen werden. Die beiden Klassen von Randbedingungen werden auf signifikante Kriterien abgebildet und nur diese in den weiteren Betrachtungen zugelassen.

Betrachtet man sukzessive die verschiedenen Standort- und Marktmerkmale, so stellt man fest, daß sie alle Auswirkungen auf Kosten, Zeit, Qualität und Lokalisierung von Prozessen haben. Die Abbildung der Belastungsmerkmale auf diese unternehmensinternen Optimierungskriterien wird nochmals in Bild 2.5 verdeutlicht.

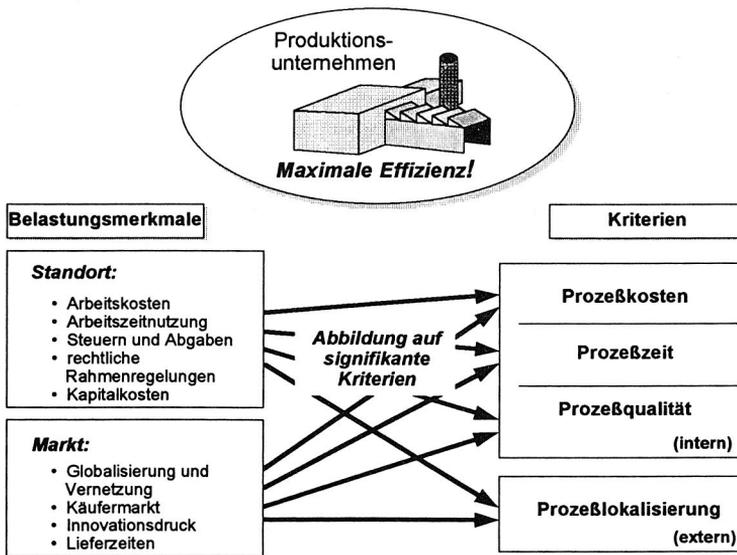


Bild 2.5: Abbildung der Belastungsmerkmale auf signifikante Kriterien

### 2.3 Anforderungen an die Methodik

Bei der Reorganisation wird eine Philosophie verfolgt, nach der sich Fabrikstrukturen von innen verändern und erneuern müssen und nicht von außen oktroyiert werden können. Angesichts der Betrachtung eines Unternehmens als ein lebendes Gebilde, das sich nach eigenen Regeln und in Abhängigkeit des Zusammenspiels seiner Teile weiterentwickelt, wird der Sinn dieses Gedankens schnell ersichtlich. Würde man versuchen, es von außen in einen (starrten) Rahmen zu pressen, wären Konflikte durch die Einschränkung der inneren Entwicklung unvermeidlich. Werden jedoch zusätzliche äußere Behinderungen vermieden

und vielmehr von innen die Struktur durch geeignete Methoden verändert, so wird der Strukturwandel viel harmonischer ablaufen.

Aus den genannten Rahmenbedingungen ergeben sich eine Reihe von Anforderungen. Diese sind für die Bereitstellung und den Einsatz von Techniken und Werkzeugen zur methodischen Unterstützung von Reengineeringprozessen zu berücksichtigen. Die Methodik dieser Arbeit verfolgt dieses Ziel.

Im einzelnen handelt es sich um folgende Anforderungen:

- **Ableitungskausalität**  
Es muß klar erkennbar und logisch nachvollziehbar sein, wie die Reengineering-Potentiale ermittelt werden. Dieser Forderung genügt zum Beispiel eine nur Thesen aneinanderreihende Methodik nicht.
- **Bewertungsvollständigkeit**  
Daneben hat eine vollständige Bewertung zu erfolgen. Das bedeutet, daß alle von der Entscheidung induzierten Kosten- und Nutzeneffekte in das Kalkül einbezogen werden.
- **Kontinuität**  
Weiterhin muß die große Markt- und Wettbewerbsdynamik in der Elektronikproduktion Berücksichtigung finden. Neben Werkzeugen zur Aufnahme wechselnder Anforderungen sind insbesondere Möglichkeiten für deren reaktionsstarken innerbetrieblichen Berücksichtigung vorzusehen. Die Effizienz innerbetrieblicher Prozesse ist stets in Frage zu stellen.
- **Unternehmensstrategieharmonie**  
Wegen der vielfältigen Auswirkungen von Reengineering-Entscheidungen ist unbedingt darauf zu achten, daß sie mit der Unternehmensstrategie in Einklang stehen oder besser noch aus dieser abgeleitet werden.

### 2.4 Ganzheitliches und kontinuierliches Reengineeringmodell

Unter Berücksichtigung der genannten Anforderungen beschreibt Bild 2.6 ein adäquates Vorgehensmodell.

Im ersten Schritt gilt es, die unternehmensspezifischen Kernprozesse nach Struktur und quantifizierten Aktivitätsausprägungen zu analysieren. Damit werden Schnittstellen zum Kunden bzw. Markt nebst den angeschlossenen unternehmensinternen Prozessen in ihrem Istzustand beschrieben. Schwachstellen ablauforganisatorischer und technischer Art werden ersichtlich.

Auf dieser Basis soll weiterhin eine iterative Gestaltung der Kernprozesse erfolgen. Dazu sind die beteiligten Geschäfts- und Produktionsprozesse in Aktivitätsnetzen zu modellieren und mit dem Ziel effizienter Kosten- und Zeitaufwendungen zu Wertschöpfungszentren zusammenzuführen.

Sekundärleistungen dienen dem Unternehmenserfolg nicht unmittelbar. Sie sind von den Kernkompetenzen zu differenzieren und hinsichtlich wirtschaftlicherer Gestaltungsmöglichkeiten zu untersuchen. Da die Komplexität in der Unternehmung vermindert werden soll, können mögliche Lösungsansätze nur Dezentralisierungsbestrebungen, beispielsweise in Form von Profit Centers (intern) oder Produktionsverlagerungen (extern), unterstützen.

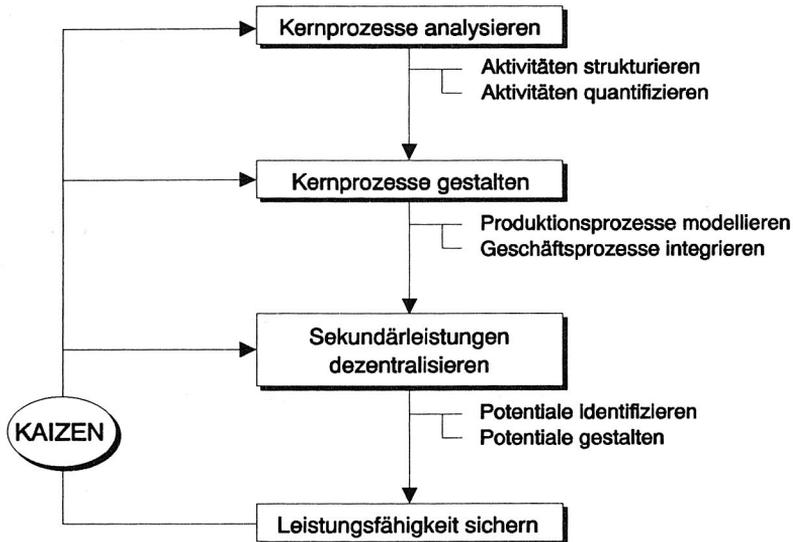


Bild 2.6: Ganzheitliches und kontinuierliches Reengineeringmodell

Der Regelkreis soll schließlich mit Vorstellung eines geeigneten Kernprozeßcontrolling geschlossen werden. Das Regelungssystem soll die Leistungsfähigkeit von Kernprozessen sicherstellen. Dafür sollen Marktanforderungen und Prozeßmerkmale in verschiedenen Hierarchiestufen der Regelung gegenübergestellt und verarbeitet werden. Das Ergebnis dient dem jeweiligen Aktivitätsträger als Entscheidungsbasis. (Selbstregelung!)

Das vorgestellte Modell wird der Forderung nach einem ganzheitlichen und kontinuierlichen Reengineering gerecht und kann darüberhinaus den Zielen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses genügen.

### **3 Stand der Erkenntnisse und Defizite**

Eine umfangreiche Recherche der ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlichen Literatur zeigte, daß vornehmlich Einzellösungen bekannt sind. Eine geschlossene, ganzheitliche Betrachtung für die Anforderungen in der Elektro- und Elektronikindustrie fehlt. Da zudem keine Systematik bekannt ist, die mit vernachlässigbarem Änderungsaufwand auf das genannte Problemfeld adaptiert werden könnte, ist die folgende Darstellung des Erkenntnisstandes dahingehend zu untersuchen, ob sie Anregungen für die im Rahmen dieser Arbeit zu entwerfende Methodik geben kann.

#### **3.1 Darstellung ausgewählter Methoden und Werkzeuge**

##### **3.1.1 ABC-Analyse**

Für die Bestimmung der für den Unternehmenserfolg relevanten Produkte kann die ABC-Analyse eingesetzt werden. Nach Aggteleky [2] handelt es sich hierbei um ein Ordnungsverfahren, welches nach statistischen Kriterien zur Klassifizierung einer größeren Anzahl von Daten aufgrund ihrer Häufigkeitsverteilung nach charakteristischen Eigenschaften herangezogen werden kann.

Zur Ermittlung der repräsentativen Produkte eines Produktspektrums eignet sich bei der ABC-Analyse sowohl eine Klassifizierung nach produzierter Menge als auch nach dem Umsatz- bzw. dem Gewinnanteil eines Produktes am Gesamtumsatz bzw. -gewinn. Weiterhin können aber auch Herstellkosten oder Wertschöpfung aussagefähige Informationen über ein Produkt liefern. Dabei findet auch eine kumulierte Darstellung der Häufigkeitsverteilung breite Anwendung.

Weitere Ansatzpunkte zur Analyse bieten auch Kennzahlen wie der Aufwand für den Transport oder die Lagerung und die Kapitalintensität. Ebenso kann die mit dem Produkt verbundene Arbeitsintensität zur Einteilung der Produkte herangezogen werden.

Unabhängig vom gewählten Klassifizierungskriterium, fällt bei der Interpretation der Häufigkeitsverteilung auf, daß ein kleiner Teil des Sortiments den überwiegenden Anteil des gewählten Merkmals erbringt. Die restlichen zahlenmäßig überwiegenden Produkte liefern jedoch selbst nur noch einen geringen Beitrag. Es wird daher nach Aggteleky [2] auch vom Gesetz der „80-20-Prozent“ gesprochen, da die dominierenden Produkte lediglich 20% des Sortiments, jedoch 80% des gewählten Merkmals ausmachen. Je nach Anwendungsfall kann jedoch auch eine Einteilung des Produktsortiments in zwei oder mehr Bereiche sinnvoll erscheinen.

##### **3.1.2 Produkt-Portfolio-Methode**

Auf die Frage, welche Produkte als erfolgreich gelten, kann weiterhin die von der Boston Consulting Group (BCG) entwickelte Portfoliomatrix eine Antwort geben. Dabei wird auf der einen Achse das Marktwachstum und auf der anderen Achse der relative Marktanteil

abgetragen. Hinter dem Marktwachstum als Maßstab steht der enge Zusammenhang zwischen dem Wachstum und den Erfolgsgrößen, wie Gewinn oder ROI. Der relative Marktanteil als Erfolgsmaßstab spricht für sich, da auf dem Markt erfolgreiche Produkte zwangsläufig einen hohen Marktanteil aufweisen.

Zu berücksichtigen ist, daß der relative Marktanteil, der sich aus der Division des eigenen Marktanteils durch den des stärksten Konkurrenten ergibt, aus darstellungstechnischen Gründen logarithmisch aufgetragen werden sollte.

Für die Bestimmung der Marktwachstumsrate ist es wegen der hohen Wettbewerbsdynamik in der Elektronikindustrie empfehlenswert eine Periodendauer von einem Jahr zu wählen. Weiterhin läßt sich die Transparenz erhöhen, wenn die Produkte in der Matrix nicht als Punkt, sondern als Kreisfläche dargestellt werden, wobei der Kreisumfang durch den Umsatz bestimmt wird.

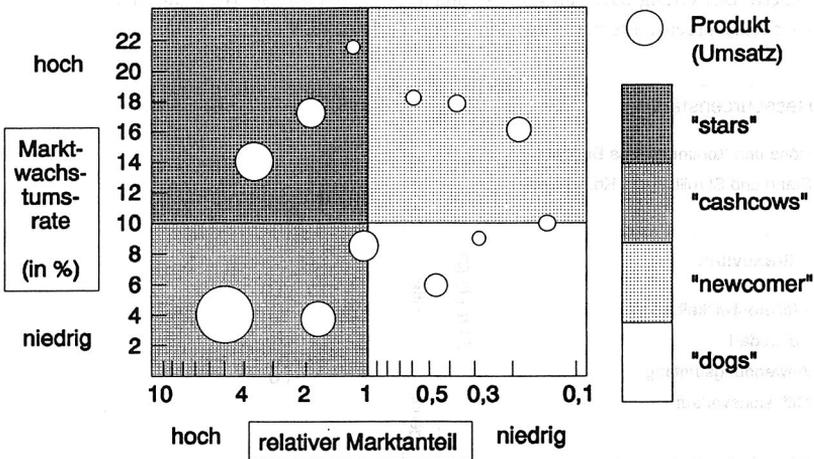


Bild 3.1: Beispiel einer Produkt-Portfolio-Matrix nach BCG

Ein Unternehmen befindet sich in einer guten Wettbewerbslage, wenn viele Produkte in die linke Seite des Portfolios eingezeichnet werden können, denn in diesem Fall wird der Markt von der Unternehmung angeführt.

Für den zukünftigen Unternehmenserfolg ist es bedeutsam, einen hohen Marktanteil in schnell wachsenden Märkten zu besitzen, da solche Märkte ein großes Erfolgspotential versprechen. In diesem Zusammenhang muß jedoch auf die Schwierigkeit, einen schnell wachsenden Markt abzugrenzen, eingegangen werden. Die Trennlinie, die Felder mit hohem und niedrigem Wachstum abgrenzt, kann je nach Marktsituation individuell festgelegt werden.

Die vorgestellten Methoden der Produktanalyse unterstützen die Identifikation unternehmensspezifischer Kernprodukte. Zur Bestimmung der Kernpotentiale einer Unternehmung können auf der Basis dieser Kernprodukte, durch Befragung geeigneter Mitarbeiter, Rückschlüsse auf mögliche Kernkompetenzen und -prozesse gezogen werden.

### 3.1.3 Technologie-Portfolio-Methode

Die Technologie-Portfolio-Methode ermöglicht die Identifikation der für den Unternehmenserfolg relevanten Produkt- und Prozeßtechnologien. Auf der Basis von Produkten oder Produktgruppen können gemeinsame „Technologiewurzeln“ herausgearbeitet werden und hinsichtlich ihrer Attraktivität und Ressourcenstärke beurteilt werden.

Ein Technologie-Portfolio bildet die in einem Unternehmen praktizierten Technologien auf eine zweidimensionale Matrix ab. Diese ist in Felder unterteilt und erlaubt damit eine differenzierte Bewertung nach umweltbestimmter Technologieattraktivität und unternehmenseigener Ressourcenstärke zur Entwicklung von Technologien.

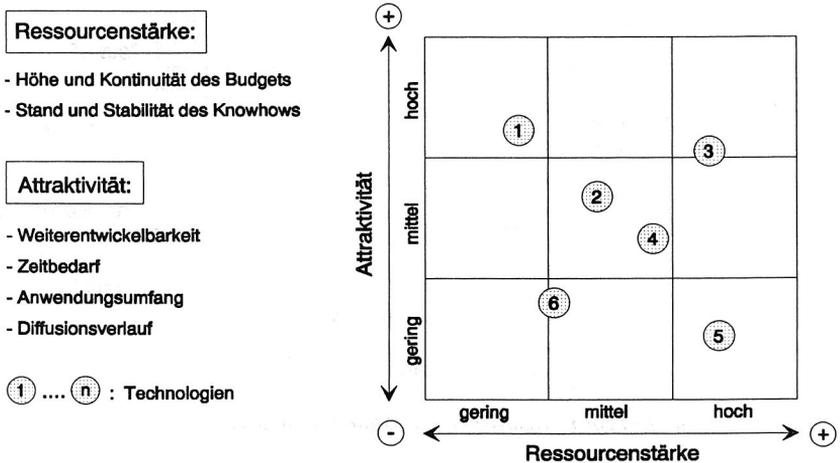


Bild 3.2: Beispiel eines Technologie-Portfolio nach Pfeiffer

Zur Bewertung der Ressourcenstärke empfiehlt Pfeiffer [95] die Höhe und Kontinuität der eingesetzten Budgets und den Stand und die Stabilität des Knowhows.

Als Kriterium zur Beurteilung der Attraktivität können die Weiterentwickelbarkeit der Technologie, die mit dem Stand im Technologiezyklus korrespondiert, der Zeitbedarf bis zur nächsten Entwicklungsstufe, Anwendungsumfang und -arten, sowie der Diffusionsverlauf über die Zeit dienen.

### 3.1.4 Prozeßmodell nach Tränckner

Tränckner [110] beschreibt ein prozeß- und elementorientiertes Modell zur Analyse und Gestaltung der technischen Auftragsabwicklung von komplexen Produkten. Darauf aufbauend wird die Bestimmung von Kenngrößen zur Prozeßkontrolle, -analyse und -bewertung unterstützt [79].

Mit Hilfe einer objektorientierten Beschreibungssprache definiert Tränckner statische und dynamische Beschreibungselemente. Die standardisierten Prozesselemente werden im folgenden beschrieben [79]:

#### *Indirekte Prozesselemente*

Indirekte Elemente beschreiben Aktivitäten, die im Rahmen eines Prozesses nur mittelbar an der Aufgabenerfüllung beteiligt sind.

Das Koppellement übernimmt mit Hilfe der Tätigkeiten Weiterleiten, Terminieren und Speichern die Aufgabe des „Einkoppelns“ eines Auftrags in den nachfolgenden Teilprozeß. Es synchronisiert mehrere gesplittete Teilaufträge und koordiniert die gleichzeitig in Bearbeitung befindlichen Aufträge untereinander.

Im Entscheidungselement wird die Vollständigkeit der Information, die zur Entscheidung benötigt wird, sowie die Entscheidungskompetenz überprüft. Bei fehlender Information ist ein entsprechender Beschaffungsauftrag zu definieren. Fehlt die Entscheidungskompetenz, so wird der Teilprozeß unterbrochen und die Entscheidung z.B. auf eine höhere Hierarchiestufe verlagert.

Das Spitelement bildet die mögliche Aufspaltung des kompletten Auftrags in einzelne Teilaufträge ab. Bei gleicher Verrichtung an mehr als einem Teilauftrag wird eine inhaltliche Spaltung vorgenommen, während im Falle unterschiedlicher Verrichtungen am Gesamtauftrag Auftragskopien erstellt werden.

Das Registrierungselement verschlüsselt den Auftrag numerisch und prüft, ob dieser Auftrag bereits in der Auftragsabwicklung vorhanden ist.

Das Kommunikationselement stellt fest, welche Stelle die erforderlichen Informationen liefern kann, stellt gegebenenfalls den Kontakt zum Kommunikationspartner her und nimmt, wenn möglich, die Information auf.

Das Ressourcentestelement hat die Aufgabe, benötigte Ressourcen auf Verfügbarkeit zu prüfen, vorhandene Ressourcen zu reservieren und fehlende Ressourcen zu ordern. Unter Ressourcen werden hierbei u.a. Zeichnungen, Arbeits- und Prüfpläne, NC-Programme und Stücklisten, aber auch Materialien wie Rohstoffe und Zukaufteile verstanden. Nicht mit eingeschlossen sind die verschiedenen Betriebsmittel, wie z.B. Maschinen oder Werkzeuge, da diese bereits im Rahmen des allgemeinen Kapazitätsabgleichs im Koppellement geprüft werden.

Das Transportelement berücksichtigt den Zeitbedarf für das „bewegt Lagern“ von Aufträgen.

Im Grobterminierungselement werden unter Berücksichtigung der Kapazitätsbelastung durch andere Aufträge die benötigten Ecktermine für die gesamte Prozeßkette des Auftrags ermittelt. Hierzu wird ausgehend vom Liefertermin eine Rückwärtsterminierung anhand der statistisch berechneten Prozeßelementzeiten der jeweiligen Teilprozesse für den geplanten Auftragsabwicklungsprozeß durchgeführt. Auf Grund der Verwendung von durchschnittlichen Zeitbedarfen kann eine detaillierte Kapazitätsbetrachtung entfallen.

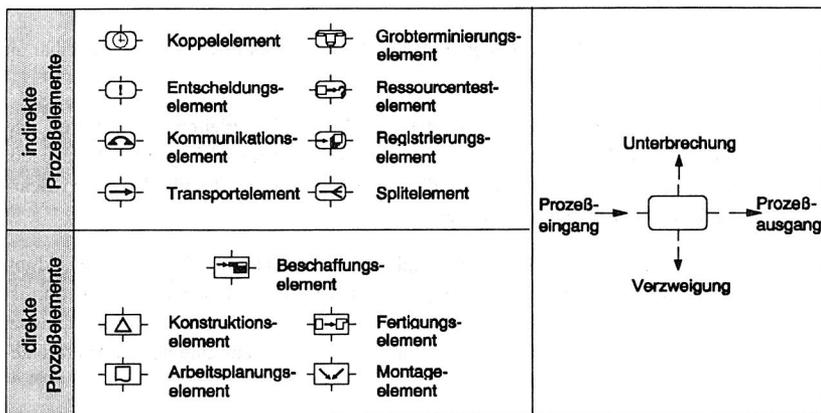


Bild 3.3: Prozeßelemente nach Tränckner [110]

*Direkte Prozeßelemente*

Neben den indirekten Prozeßelementen definiert Tränckner ein direktes Prozeßelement. Dieses sogenannte Beschaffungselement kann zur besseren Visualisierung der Prozeßstruktur weiterhin in vier tätigkeitsspezifische direkte Prozeßelemente (Konstruktions-, Arbeitsplanungs-, Fertigungs- und Montageelement) zerlegt werden. Direkte Elemente beschreiben Aktivitäten, die im Rahmen eines Prozesses unmittelbar an der Aufgabenstellung beteiligt sind.

Das vorgestellte System unterstützt sowohl die funktions- als auch auftragsorientierte Generierung von Bewertungsgrößen. Damit kann in iterativen Optimierungsschritten sowohl der Prozeß „Auftragsabwicklung“ kundenorientiert gestaltet werden, als auch die Fachbereichsorganisation anforderungsgerecht verbessert werden.

### 3.1.5 Simulation immaterieller Unternehmensprozesse nach Kölzer

Kölzer [66] konzipiert und realisiert ein dynamisches Simulationsmodell zur Analyse von immateriellen Unternehmensprozessen. Das System soll die Planung von Informations- und Kommunikationsstrukturen unterstützen. Die Abgrenzung wird dort vorgenommen, wo der Materialfluß in den Mittelpunkt der Betrachtung rückt. Im Produktionsbereich können nur informationsverarbeitende Prozesse untersucht werden.

Kölzer [66] beschreibt einen iterativen Ablauf des Planungs- und Gestaltungsprozesses der stark von der subjektiven Einschätzung des Organisators geprägt ist:

„Aufgrund der Analyse der Ist-Daten - wobei sämtliche Auswertungsmöglichkeiten inklusive der statischen und dynamischen Simulation zur Verfügung stehen - können Schwachstellen der untersuchten Organisation erkannt werden. Zur Behebung dieser Defizite und zur weiteren organisatorisch-technischen Verbesserung der Arbeitsabläufe werden alternative Änderungskonzepte entwickelt.

Die in diesen Konzepten vorgesehenen Änderungen werden in einer Sollstruktur auf einer Kopie der erfaßten Struktur in der Datenbank abgespeichert. Anhand dieses Modells werden nun erneut die Auswertungen gestartet und die Ergebnisse mit denen der Iststruktur verglichen, wobei die Bewertung und Interpretation von der subjektiven Erwartungshaltung des Organisators und der Zielsetzung der Untersuchung abhängt.“

Das Simulationssystem Kölzers baut auf dem statischen Beschreibungsmodell der Kommunikationsstrukturanalyse auf. Da das zugrundeliegende Datenmodell keine strukturellen Beschränkungen aufweist, können beliebige betriebliche Ablaufstrukturen modelliert und bewertet werden. Gestaltungsalternativen können sowohl nach prozeßorientierten Parametern, wie Durchlauf-, Liege- oder Transportzeit, als auch objektorientierten Parametern, wie Kapazitätsauslastung untersucht und verglichen werden.

Sehr kritisch wird in der Literatur [79] die praktische Anwendbarkeit dieses Simulationsmodells aufgrund des hohen Abstraktionsgrades der Beschreibungssprache beurteilt. Da das System nur die Analyse und Bewertung immaterieller Unternehmensprozesse unterstützt, ist es für die Gestaltung von Wertschöpfungszentren - die materielle und immaterielle Prozesse kundenorientiert verknüpfen - nicht geeignet.

Kölzer weist darauf hin, daß die Gestaltung von Bürosystemen ein kontinuierlicher Prozeß sei. Das nach Abschluß einer Untersuchung erreichte Ziel sei nur für eine gewisse Zeit „optimal.“ Aktuelle Entwicklungen erfordern in unregelmäßigen Zeitabständen eine Überarbeitung der Untersuchung. Diese Überarbeitung sei jedoch nur dann effizient möglich, wenn die Daten rechnergestützt verwaltet werden.

Dieser Hinweis soll auch bei der Entwicklung des ganzheitlichen und kontinuierlichen Re-engineeringmodells Berücksichtigung finden.

### 3.1.6 Analyse und Modellierung mit dem ARIS-Toolset

ARIS - Architektur integrierter Informationssysteme [100] - beschreibt ein Rahmenkonzept zur Analyse und Planung von Geschäftsprozessen. Zur realitätsgetreuen Visualisierung von Prozessen stellt das Werkzeug verschiedene Methoden, wie „ereignisgesteuerte Prozeßketten“ oder „Vorgangskettendiagramme“ zur Verfügung. Damit können neben Aktivitäten und Aktivitätsvernetzungen auch Medien und Anwendungssysteme dokumentiert werden.

Mit der Ergänzung von Zeit-, Kosten- und Mengenangaben, sowie von Wahrscheinlichkeiten für Entscheidungsfunktionen können Abläufe auch quantitativ nach verschiedenen Merkmalsausprägungen analysiert werden.

Zur Unterstützung der Erstellung von Sollkonzepten bietet ARIS branchenspezifische Referenzmodelle an. Diese können manuell oder ggf. automatisch, unter der Voraussetzung, daß vorab eine Unternehmensklassifikation erfolgte, an die Projektsituation angepaßt werden.

Insbesondere unterstützt das vorgestellte Werkzeug die Erstellung softwareorientierter Soll-Konzepte. Dazu besteht die Möglichkeit den Überdeckungsgrad zwischen dem entwickelten kundenspezifischen Prozeßmodell und dem Referenzmodell von Softwaresystemen abzuschätzen.

### 3.1.7 Analyse von Prozeßkostensätzen

Im Rahmen der Prozeßkostenrechnung werden aus den Prozeßmengen und den auf Teilprozesse verteilten Kostenarten die Prozeßkostensätze ermittelt. Hierzu wird auf Kostenstellenebene untersucht, welche Tätigkeiten (Transaktionen, Vorgänge) in welchem Umfang anfallen, beziehungsweise inwieweit die Ressourcen der Kostenstelle durch die Tätigkeiten in Anspruch genommen werden [99].

Aus der Tätigkeitsanalyse resultiert eine Liste von mengen- und wertmäßig erfaßten Aktivitäten. Funktional verbundene Tätigkeiten werden dann einem geeigneten Kostenträger zugeordnet und zu einem Teilprozeß zusammengefaßt. Aus der Division von Teilprozeßkosten und Teilprozeßmenge erhält man den Prozeßkostensatz für die einmalige Ausführung des Teilprozesses. Anschließend erfolgt analog zur Verdichtung der Aktivitäten zu Teilprozessen die Aggregation der Teilprozesse zu Hauptprozessen.

Die ermittelten Prozeßkostensätze können nun die Grundlage für ein Prozeßcontrolling bilden. Dessen Ausgestaltung kann sich an dem Kostenverlauf der Teilprozeßkostensätze orientieren. Ein weiterer Untersuchungsbedarf wäre dann bei Teilprozessen mit hohen Prozeßkostensätzen gegeben.

Weiterhin kann eine Übersicht über die Kosten wertschöpfender und nicht wertschöpfender Prozesse gewonnen werden, wenn man entsprechende Prozesse für Lagerung, Transport, etc. definiert. Zudem sind die (Teil-)Prozeßkostensätze im Sinne eines Prozeß-Benchmarking mit denen anderer Leistungsersteller vergleichbar. Dabei ergeben sich Hin-

weise auf Rationalisierungsmöglichkeiten. Darüberhinaus ist eine Beobachtung der Prozeßkosten im Zeitablauf und damit eine Analyse der Wirksamkeit von Kostenbeeinflussungsmaßnahmen möglich.

Allerdings ist zu beachten, daß der Hauptzweck der Prozeßkostenrechnung im wesentlichen in der verursachungsgerechten Kalkulation der Kosten für die Leistungserstellung liegt. Damit sollen in erster Linie die Mängel der traditionellen Vollkostenrechnung beseitigt, und keine neuen Controlling-Instrumente entwickelt werden. Dennoch kann - wie oben dargestellt - ein Kosten-Controlling erfolgen.

### **3.1.8 Operatives Fertigungscontrolling**

Ehmann [23] beschreibt am Beispiel der Elektronikfertigung eine Strategie zur Optimierung des Bearbeitungsablaufes von Fertigungsaufträgen nach den Zielkriterien Qualität, Kosten und Zeit.

Bei der Identifikation von Verbesserungspotentialen und der Ursachenermittlung stehen die hinsichtlich des Werteverbrauchs quantifizierten, losbezogenen Bearbeitungsabläufe im Mittelpunkt. Dabei erfolgt eine verursachungsgerechte und detaillierte Zuordnung der Fertigungsleistung zu den einzelnen Aufträgen. Damit kann der Bearbeitungsablauf eines Loses durch aufgeschlüsselte Zeit-, Stückzahl- und Werteverläufe beschrieben werden. Diese Quantifizierung ist nach Ehmann Gegenstand statistischer Auswerteverfahren zur Eingrenzung von Verbesserungspotentialen auf Aufträge und einzelne Arbeitsgänge [23].

Mit Hilfe eines Informationsmodells, das die Dimensionen

- Zustandsebene,
- Produktebene und
- Betriebsmittelebene

umfaßt, können Attribute für den Bearbeitungsablauf der Aufträge in wahlfreien Verdichtungsstufen und beliebigem Objektbezug dargestellt werden. Da die rechnerunterstützte Datenerfassung für den Einsatz eines derartigen Informationssystems eine wesentliche Voraussetzung darstellt, sind nach Ehmann [23] insbesondere zu BDE-Systemen entsprechende Schnittstellen zu schaffen.

Der Produktbezug ermöglicht eine Abkehr von sektoralen, abteilungs- und betriebsmittelbezogenen Optimierungsbestrebungen hin zu marktorientierten und ganzheitlichen Verbesserungspotentialen.

## **3.2 Defizite und Zielableitung**

Bei Betrachtung des Erkenntnisstandes werden vor dem Hintergrund der Rahmenbedingungen in der Elektro- und Elektronikindustrie zwei wesentliche Defizite ersichtlich:

Zum einen liegt keine ausreichende methodische Unterstützung eines ganzheitlichen Reengineering vor im Sinne einer Reorganisation von konventionellen zu dynamischen Unternehmensstrukturen und damit methodischen Gestaltung von Kernprozessen, unter Berücksichtigung der Dezentralisierung von Sekundärleistungen.

Zum anderen sind keine prozeborientierten Regelmechanismen zur Sicherung der Leistungsfähigkeit von Wertschöpfungszentren im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses bekannt.

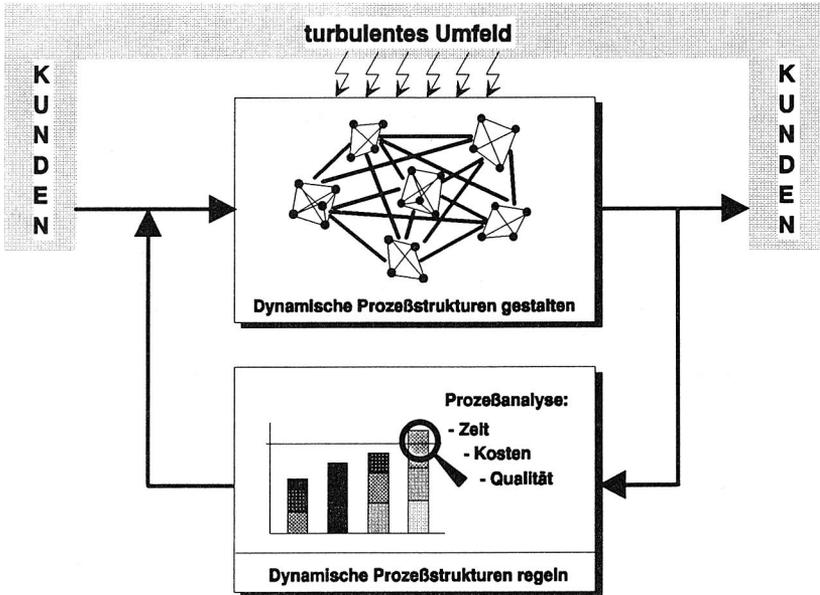


Bild 3.4: Ziele des ganzheitlichen und kontinuierlichen Reengineering

Damit kann die Zielsetzung für diese Arbeit eindeutig formuliert werden:

- 1) Konzeption eines ganzheitlichen Reengineeringmodells zur effizienten Gestaltung dynamischer Prozessstrukturen (Wertschöpfungszentren) mit den Schritten
  - a) Analyse von Kernprozessen,
  - b) Gestaltung von Kernprozessen und
  - c) Dezentralisierung von Sekundärleistungen.
- 2) Bereitstellung geeigneter Controllingwerkzeuge zur prozeborientierten, dynamischen Anpassung von Wertschöpfungszentren an das turbulente Umfeld mit Realisierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses.

## 4 Analyse von Kernprozessen

Der Erfolg eines Unternehmens im Wettbewerb wird geprägt durch die Faktoren Zeit (reaktionsstarke Befriedigung von Bedarfssituationen), Kosten (Effizienz der Leistungsprozesse) und Qualität (Differenzierungsvorteile der Produkte).

Unter Kernpotentialen werden alle diejenigen Aktivitäten und Prozesse subsumiert, die eine Unternehmung zur vorteilhaften Erfüllung der genannten Erfolgsfaktoren befähigen. Gegenüber den Wettbewerbern hervorragende Fähigkeiten (z.B. Technologiebeherrschung) oder ein Wissensvorsprung (z.B. Produkt- oder Prozeßinnovationen), sind die Kernkompetenzen eines Unternehmens. Kernkompetenzen prägen besonders die Qualitätsmerkmale der Produkte. Der richtige Einsatz von Kernkompetenzen unterstützt die Differenzierung eigener Produkte von Konkurrenzserzeugnissen und kann deshalb die Marktposition stärken. Alle vom Kunden initiierten Leistungsprozesse sind die Kernprozesse des Unternehmens. Kernprozesse beeinflussen besonders die Erfolgsfaktoren Zeit und Kosten. Effizient gestaltete Kernprozesse gewährleisten eine reaktionsschnelle Kundenorientierung bei wirtschaftlichem Einsatz der betrieblichen Ressourcen.

Die genaue Kenntnis der *Kernpotentiale* einer Unternehmung ist somit sowohl für die operative Unternehmensentwicklung, d.h. effiziente Gestaltung kundenorientierter Leistungsprozesse, als auch für die strategische Entwicklung, d.h. Differenzierungsvorteile durch Kompetenzkonzentration, von großer Bedeutung. Im folgenden sollen Verfahren und Werkzeuge zur gesicherten Identifikation von *Kernprozessen* vorgestellt werden. Methoden zur Bestimmung von *Kernkompetenzen* werden zu einem späteren Zeitpunkt im Zusammenhang mit der „Dezentralisierung von Sekundärleistungen“ (Kapitel 5) erläutert.

### 4.1 Strukturelle Identifikation von Kernprozessen

Wie die bisherigen Ausführungen bereits gezeigt haben, liegt die Bedeutung von Kernprozessen für den Unternehmenserfolg zum einen in deren unmittelbarem Bezug zum Kunden und damit in der Einflußnahme auf deren Zufriedenheit gemessen an den Leistungsfaktoren Qualität und Zeit, zum anderen beeinflussen Kernprozesse aufgrund der Wiederholrate und des Werteverbrauchs auch erheblich die Kosten des betrieblichen Leistungserstellungsprozesses. Die exakte Kenntnis der Kernprozesse eines Unternehmens schafft die Voraussetzungen zur effizienten Gestaltung derselben und leistet damit einen Beitrag zur integrierten Unternehmens- und Kundennutzenoptimierung.

Voraussetzung der Bereitstellung einer Identifikationsmethodik ist die Kenntnis charakteristischer Merkmale. Bezugnehmend auf die quantitativen Merkmale, wie Häufigkeit oder Werteverbrauch, erscheint der Einsatz von Werkzeugen zur Prozeßkostenanalyse günstig. Erfahrungen bei der Anwendung dieses Analyseverfahrens haben gezeigt, daß der Aufwand zur Ermittlung der benötigten Kennzahlen mit Extraktion von Kernprozessen bis zu einer Unternehmensgröße von ca. 100 Mitarbeitern, aufgrund der Komplexität und Verflechtung der Prozeßstrukturen, noch vertretbar ist. Dabei muß jeder Mitarbeiter des zu analysieren-

den Unternehmens über die von ihm durchgeführten Aktivitäten und deren unternehmensinterne oder -externe Auftraggeber und Kunden qualitative und quantitative Aufzeichnungen führen. Diese sind nach strukturellen und monetären Aspekten aufzubereiten, bis schließlich bewertete Aussagen über die Prozeßstrukturen zu treffen sind.

Ein weiteres Charakteristikum von Kernprozessen erscheint an dieser Stelle weitaus hilfreicher. Kernprozesse beschreiben unter Einbezug des Kunden Zyklen. Das bedeutet, daß der Kunde immer am Anfang und Ende eines Kernprozesses steht und damit eine Schlüsselposition einnimmt. Gelingt es, alle Unternehmen-Kunden-Beziehungen festzustellen, so beschreiben diese jeweils die erste und letzte Aktivität im Rahmen von Kernprozessen.

Kann man ferner auch alle weiteren dazwischenliegenden Aktivitäten und deren Verknüpfungen für den jeweiligen Prozeß identifizieren, ist eine vollständige Beschreibung der Kernprozesse gegeben.

Die Kenntnis einzelner Aktivitäten und deren strukturelle Verknüpfung ist für „Teilprozeßketten“ beim Mitarbeiter zu suchen. Es gilt ein Verfahren zu beschreiben, das dieses Wissen offen legt, aber auch eine Verknüpfung der Wissensbereiche (Kenntnis von „Teilprozeßketten“) unterstützt.

Industrieprojekte haben gezeigt, daß der Einsatz moderierter Gruppenarbeit die Lösungsfindung effizient voranbringt. Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung hat sich der Einsatz interdisziplinärer Teams auf drei Hierarchieebenen der Unternehmen als vorteilhaft erwiesen. Dieses Vorgehen ist nicht nur im Detaillierungsgrad der Kenntnis von Prozeßstrukturen begründet, sondern unterstützt in Form von Regelschleifen zwischen den Hierarchieebenen auch Mechanismen zur Fehlervermeidung. Die Bildung eines Teams über verschiedene Hierarchiestufen hat sich sowohl bei fachspezifischer als auch interdisziplinärer Teamzusammensetzung aufgrund von Hemmungen der Mitarbeiter auf tieferen Hierarchiestufen bei der freien Meinungsäußerung gegenüber Vorgesetzten als ungünstig erwiesen.

Die Aufgabe der Identifikation von Kernprozessen wird in die Teilaufgaben

- Analyse der Unternehmen-Kunden-Beziehungen,
- Analyse der Prozeß-Fachbereich-Beziehungen und
- Analyse der Prozeß-Aktivitäten-Beziehungen

zerlegt und mit zunehmendem Detaillierungsgrad von hierarchisch tieferstehenden Arbeitsgruppen betreut. Die Analyse der Unternehmen-Kunden-Beziehungen erfolgt auf oberer Managementebene durch ein interdisziplinäres Team, beispielsweise bestehend aus den Hauptabteilungsleitern des Unternehmens. Die Ergebnisse dieser Gruppenarbeit, identifizierte „Kundenanfrage-Unternehmensergebnis-Beziehungen,“ gehen als Ausgangsbasis in die Analyse der Prozeß-Fachbereich-Beziehungen ein. Ein interdisziplinäres Team aus dem mittleren Management, z.B. Gruppen- oder Abteilungsleiter, hat die Aufgabe, die an dem jeweiligen Kernprozeß beteiligten Fachabteilungen zu ermitteln. Als Ergebnis liegt eine grobe Prozeßbeschreibung in Form von „Fachabteilungsverknüpfungen“ vor. Die Bestimmung

der hinter diesen groben Prozeßbeschreibungen stehenden Aktivitäten und deren strukturelle Vernetzung erfolgt in weiteren interdisziplinären Teams auf Sachbearbeiterebene.

Die Ergebnisse der zuletzt durchgeführten Analyse der Prozeß-Aktivitäten-Beziehungen, eine detaillierte Beschreibung der Kernprozesse nach Inhalt und Struktur, werden allen beteiligten Arbeitsgruppen präsentiert und nochmals zur Diskussion gestellt. Damit wird die Entscheidungsfindung über mehrere Stufen wieder in das ursprüngliche Team eingekoppelt, und der Regelkreis geschlossen.

Die folgenden Ausführungen führen kurz in die methodischen Grundlagen der moderierten Gruppenarbeit ein und stellen das Vorgehen zur Ermittlung von Kernprozessen unter Anwendung dieser Technik vor.

Mit der Methode der moderierten Gruppenarbeit gelingt es, alle Gruppenmitglieder zu eigenen Äußerungen zu stimulieren, die Aussprache zwischen den Personen in Gang zu halten und die Diskussionsinhalte simultan so sichtbar zu machen, daß jeder sie mit den Augen nachverfolgen kann [74]. Der Moderator hat die Aufgabe alle kreativen Kräfte in der Gruppe zu wecken, zu fördern und auf dem Weg zur Entscheidungsfindung koordinierend zu begleiten. Diese Aufgabe stellt insofern besondere Anforderungen an den Moderator, als bei Durchführung entsprechender Workshops doch häufig zwischen den Teilnehmern Fachegoismen und Machtansprüche geltend gemacht werden, wodurch eine kreative Kooperation natürlich stark behindert wird.

#### Arbeitsschritte der moderierten Gruppenarbeit

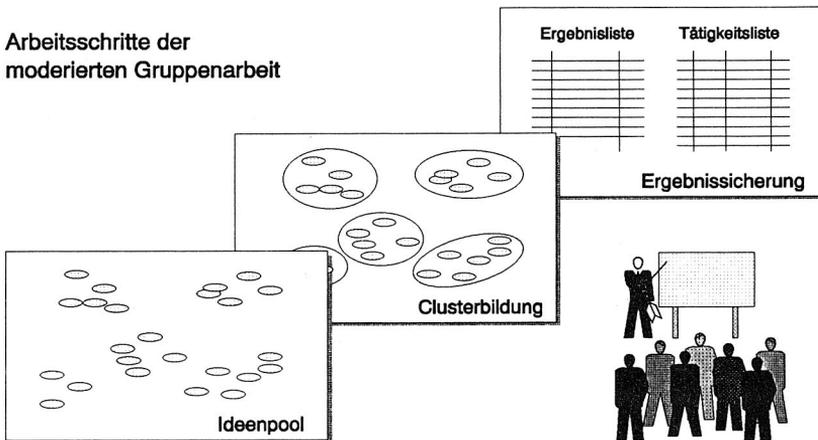


Bild 4.1: Methodische Grundlagen der moderierten Gruppenarbeit

Neben bestimmten Verhaltensregeln, wie z.B. dem Verbot von Killerphrasen oder der Aufforderung zur gegenseitigen Hilfe und Unterstützung (nach Mehrmann [74]: „jeder ist des anderen Butler“), und Visualisierungsregeln, wodurch jedes Teammitglied nicht nur in

Wort, sondern auch in Bild (Schrift, Skizze etc.) seine Sachaussagen präsentieren muß, stellt diese Arbeitstechnik eine Reihe von standardisierten Gestaltungselementen zur Verfügung, die näher erläutert werden sollen:

##### *Anmoderation*

Die Anmoderation soll auf das Thema hinführen, bei der Gruppe das Problembewußtsein wecken und die Dringlichkeit des Themas für das Unternehmen verdeutlichen. Sie erfüllt die Aufgabe des Herstellens einer gemeinsamen Ausgangsbasis. Darüberhinaus sollen Hemmungen abgebaut, und der Teamgeist der Gruppe gefördert werden. Der Einführungsvortrag von ca. 10 Minuten kann deshalb bereits mit ersten kreativen Elementen angereichert sein.

##### *Abfragen*

Der Moderator hat die Aufgabe, den Assoziationsprozeß in Gang zu bringen und diesen ohne Einflußnahme auf mögliche Ergebnisse zu koordinieren. Er kann sich dafür verschiedener offener und anonymer Abfragetechniken bedienen. Wenn keine Probleme hinsichtlich eines offenen Antwortverhaltens aller Gruppenmitglieder zu erwarten sind, bietet sich die Zuruffrage als Kooperationsmedium an. Die Gruppe antwortet auf eine vorgestellte, schriftlich fixierte Frage per Zuruf, und der Moderator notiert diese Aussagen an einer Tafel. Dieses Vorgehen eignet sich bei einfachen Fragestellungen mit einer geringen Anzahl an zu erwartenden Antworten.

Umfangreiche Fragestellungen, aber auch Fragestellungen für deren Beantwortung Anonymität zuträglich ist, werden mit einer Kartenabfrage umgesetzt. Jedes Teammitglied erhält eine bestimmte Anzahl an Karten. Jede Antwort muß auf eine neue Karte notiert werden. Anschließend sammelt der Moderator alle Karten ein, mischt diese (Anonymität!) und heftet sie an eine Tafel. Die Gruppe interpretiert begleitend die Vorschläge.

##### *Clusterbildung*

Nachdem durch Kartenabfragen und Zuruffragen ein breiter Ideenpool aufgebaut werden konnte, ist zur Koordination der einsetzenden Diskussion die Clusterbildung hilfreich. Merkmalsverwandte Ideen werden unterstützt durch Erläuterungen aus der Gruppe zu Clustern zusammengefaßt. Durch diese Maßnahme wird der ursprüngliche Ideenpool in einer Ideenlandkarte geordnet.

##### *Bewertung*

Um neben dem rein qualitativen Aussagewert der Ideenlandkarte zusätzlich Schwerpunkte sichtbar zu machen ist eine Bewertung erforderlich. Die Prioritätenvergabe erfolgt mit Hilfe von Klebepunkten. Dabei erhält jeder Gruppenmitarbeiter einen oder mehrere Punkte und wird aufgefordert diese nach seiner Einschätzung der Bedeutung der Ergebnisse den identifizierten Clustern zuzuordnen. Um auch hier ein gewisses Maß an Anonymität zu gewähr-

leisten ist es wichtig, daß alle Teilnehmer gleichzeitig vor der Tafel stehen und ihre Bewertung vornehmen.

### *Ergebnissicherung*

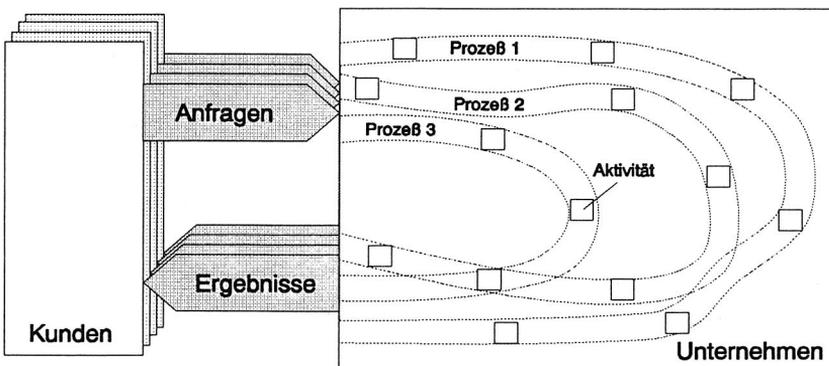
Zur Dokumentation der Sitzungsergebnisse können die Arbeitstafeln photographiert oder photokopiert werden. Diese Unterlagen dienen gleichzeitig als Protokoll. Darüberhinaus sind die Ergebnisse übersichtlich in einer Ergebnisliste und falls erforderlich in einer Tätigkeitsliste darzustellen. Diese Unterlagen können bei Fortsetzung der Gruppenarbeit im Rahmen einer Anmoderation wieder als Ausgangsbasis dienen.

### *Zeitplanung*

Die Anwendung der vorgestellten Gestaltungselemente unterstützt neben der kooperativen Problembearbeitung ein exaktes Zeitmanagement während des gesamten Planungsverfahrens. Für jedes Gestaltungselement kann ein fester Zeitrahmen vorgegeben werden, wodurch für die gesamte Gruppenarbeit eine genaue Zeitplanung möglich ist. Nach eigenen Erfahrungen sollte der Zeitrahmen die Grenze von 180 Minuten nicht überschreiten.

#### **4.1.1 Analyse der Unternehmen-Kunden-Beziehungen**

Die Analyse der Unternehmen-Kunden-Beziehungen ist der erste Arbeitsschritt im Rahmen der Identifikation von Kernprozessen. Kunden richten direkte Anfragen, wie beispielsweise Aufträge, Reklamationen, Angebotsnachfragen etc. an das Unternehmen. Diese Anfragen stellen für den jeweils zugrundeliegenden Kernprozeß das erste Glied der Aktivitätenkette dar. Das Unternehmen reagiert auf diese Anfragen mit bestimmten Ergebnissen. Diese können z.B. Lieferungen ab Lager oder Angebote sein. Das dem Kunden präsentierte Ergebnis stellt für den jeweiligen Kernprozeß das letzte Glied der Aktivitätenkette dar.



*Bild 4.2: Analyse der Unternehmen-Kunden-Beziehungen*

Ziel der Analyse von Unternehmen-Kunden-Beziehungen ist folglich die Identifikation der Kundenanfragen und der jeweils resultierenden Unternehmensergebnisse. Dabei ist zu beachten, daß die Prozesse gemessen an den Randbedingungen voneinander unabhängig sein müssen. Beispielsweise kann die Anfrage nach Standardprodukten gänzlich andere unternehmensinterne Prozeßgefüge in Gang setzen, als eine Anfrage nach kundenspezifisch angepaßten Produkten. Obwohl hier vordergründig ein und derselbe Kernprozeß vorzuliegen scheint, handelt es sich gemessen an den Rahmenbedingungen - z.B. auch die zeitliche Abwicklung - um unterschiedliche Prozesse.

Da zur Bearbeitung dieser Aufgabe ein globales Prozeßverständnis und gutes Abstraktionsvermögen bei genauer Kenntnis der Rahmenbedingungen von Unternehmen-Kunden-Beziehungen nötig ist, hat sich die Bildung der Arbeitsgruppe aus Mitarbeitern des oberen Managements als zweckmäßig erwiesen. Das interdisziplinäre Team sollte die Fachbereiche Vertrieb, Logistik, Produktion, Entwicklung und Qualitätssicherung, sowie evtl. weitere unternehmensspezifische Fachbereiche vereinen.

Zur Durchführung der moderierten Gruppenarbeit ist ein Zeitbedarf von 180 Minuten vorzusehen. Die Moderation ist nach einem exakten Zeitplan vorzubereiten. Alle Teilnehmer sind vorab schriftlich über Inhalt, Ziel und Dringlichkeit des Themas zu informieren.

Bei der Anmoderation ist überzuleiten von der Präsentation aktueller und kritischer Entwicklungen typischer Kennzahlen, wie Umsatz pro Produktgruppe, Reklamationen (Kundenwirksamkeit von Prozessen), Bestände, Durchlaufzeiten, Kapazitätsauslastung (Effektivität von Prozessen) etc. auf die Bedeutung von Kernprozessen für den Kunden und damit auch den eigenen Unternehmenserfolg. Jedem Teammitglied muß die Wirkung effizient gestalteter Kernprozesse deutlich werden. Daraus kann der Moderator die Wichtigkeit des Ziels der Gruppenarbeit motivieren, die Bestimmung der Kernprozesse des Unternehmens.

Um Hemmungen abzubauen und den Kreativitätsprozeß in Gang zu setzen, bietet sich die Zuruffrage nach der Benennung von Unternehmenszielen an. Alle Teammitglieder machen diesbezüglich Vorschläge. Der Moderator notiert diese für alle sichtbar an einer Tafel.

Die Zielvorschläge sind von der Gruppe mit Hilfe einer Ein-Punkt-Bewertung nach Prioritäten zu ordnen. Dafür erhält jeder Teilnehmer einen Klebepunkt, der dem jeweils individuell wichtigsten Ziel zuzuordnen ist. Der Moderator wertet die Punktevergabe aus und kennzeichnet das Ergebnis. Jeder Mitarbeiter konnte so erste Erfahrungen mit der Technik machen. Das Ergebnis ist für die Bestimmung der Kernprozesse richtungsweisend.

Aufbauend auf dem gemeinsam identifizierten Unternehmensziel der maximalen Kundenorientierung, liegt nun die Frage nach der Klärung der unternehmensspezifischen Kundenbeziehungen nahe. Der Moderator fordert die Gruppenmitglieder durch eine Kartenabfrage auf, alle bekannten „Anfragen von Kunden“ an das Unternehmen zu benennen. Dabei ist für jede „Anfrage“ eine eigene Karte zu verwenden. Die Karten werden eingesammelt und gemischt. Der Moderator heftet unter Anleitung des Teams die Karten an eine Tafel und ver-

sucht bereits Mehrfachnennungen oder merkmalsverwandte Karten zu Gruppen zusammenzustellen. Gemeinsam mit dem Team erfolgt die Festlegung voneinander unabhängiger Kundenanfragen (Cluster) und deren verständliche Beschreibung mittels Substantiv und Verb.

Nun werden Kleingruppen gebildet und mit der Ermittlung der zu den jeweiligen Kundenanfragen korrespondierenden Unternehmensergebnisse beauftragt. Auch diese sind durch Substantiv und Verb zu beschreiben. Als Ergebnis der Kleingruppenarbeit resultiert die Beschreibung der unternehmensspezifischen Kernprozesse in Form von „Kundenanfragen-Unternehmensergebnis-Beziehungen.“

Diese Ergebnisse werden von den Gruppensprechern dem Team vorgestellt und an einer Tafel visualisiert. Durch erneute Diskussion auf breiter interdisziplinärer Basis werden die Ergebnisse abgesichert. Damit ist das Ziel der Gruppenarbeit erreicht. Die einzelnen Arbeitsschritte werden protokolliert und in Form von Ergebnislisten zusammengefaßt.

#### 4.1.2 Analyse der Prozeß-Fachbereich-Beziehungen

Die Analyse der Schnittstellen zwischen Unternehmen und Kunden brachte als Ergebnis Anzahl und Typ der unternehmensspezifischen Kernprozesse hervor. Dabei sind noch keinerlei strukturelle oder aktivitätsbezogene Ausprägungen bekannt. Die Ermittlung dieser Merkmale ist Aufgabe der nun folgenden Analysen. Dabei wird schrittweise vorgegangen, indem zunächst eine Prozeßidentifikation auf Fachbereichebene und anschließend auf Aktivitätenebene erfolgt.

Ziel der Analyse von Prozeß-Fachbereich-Beziehungen ist die Ermittlung aller an den jeweiligen Kernprozessen beteiligten Fachbereiche und deren ablauforganisatorische Verknüpfung.

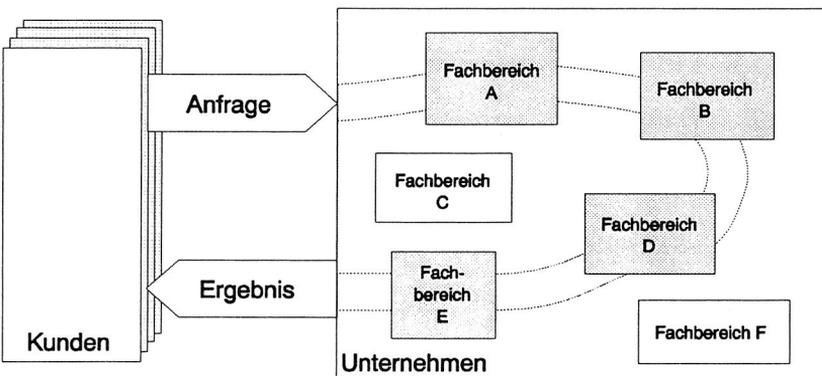


Bild 4.3: Analyse der Prozeß-Fachbereich-Beziehungen

Als Identifikationsteam eignen sich für diese Aufgabenstellung Mitarbeiter aus dem mittleren Management, also Führungskräfte, die den jeweiligen Fachabteilungen vorstehen. Die Zusammensetzung des Teams ist damit interdisziplinär.

### 4.1.3 Analyse der Prozeß-Aktivitäten-Beziehungen

Die abschließende Aufgabe zur Bestimmung von Kernprozessen besteht in der Identifikation der in den Fachabteilungen beteiligten Aktivitäten und deren strukturelle Verknüpfung zur Erreichung des Prozeßziels. Damit erfolgt eine Beschreibung der Kernprozesse durch deren elementare Bausteine.

Die Bearbeitung dieser Aufgabe bedarf der genauen Kenntnis aller in den betroffenen Fachabteilungen verfügbaren Aktivitäten. Deshalb sollte das interdisziplinäre Team auch aus den Reihen dieser Aktivitätsträger gebildet werden.

Der Identifikationsprozeß gestaltet sich auf dieser Beschreibungsebene sehr arbeitsaufwendig. Es ist empfehlenswert, für die Untersuchung jedes Kernprozesses einen separaten Workshop vorzusehen. Die personelle Zusammensetzung kann dabei über alle Workshops bestehen bleiben. Mit zunehmender Erfahrung in der vorgestellten Technik steigt auch die Effizienz der Gruppenarbeit.

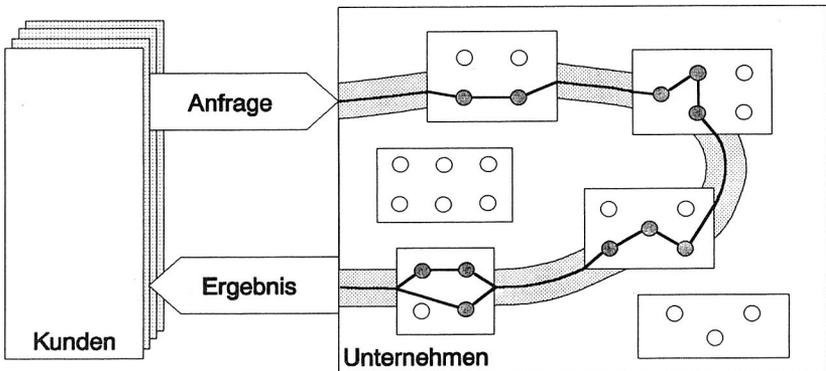


Bild 4.4: Analyse der Prozeß-Aktivitäten-Beziehungen

Damit ist der jeweilige Kernprozeß eindeutig anhand seiner elementaren Aktivitäten beschrieben. Das Analyseziel ist erreicht.

## 4.2 Quantifizierende Analyse von Kernprozessen

Die Optimierungsplanung der Kernprozesse eines Unternehmens setzt die genaue Kenntnis des aktuellen Istzustandes und der damit verbundenen Schwachstellen voraus. Die Identifi-

kation unternehmensspezifischer Kernprozesse brachte im ersten Schritt als Ergebnisse Aktivitäten und deren strukturelle Vernetzung hervor. Daraus können bereits erste augenfällige Probleme qualitativ abgeleitet werden. Um konkrete Schwachstellen und insbesondere deren bewertete Ausprägungen zu erfassen, sind detailliertere Analysen erforderlich. Dies gilt auch, da die Neugestaltung meßbare Erfolge haben soll, welche durch Vergleich der Ist- und der Ziel-Struktur ermittelt werden sollen.

Mit den Ausführungen in Kapitel 2 konnte gezeigt werden, daß die Effektivität eines Prozesses, gemessen an den dynamischen Belastungsmerkmalen des Umfeldes, mit Kosten- und Zeitmaßstäben eindeutig beschrieben werden kann. Es gilt, die realen Abläufe so zu abstrahieren, daß eine Quantifizierung nach den genannten Kriterien möglich wird. Zur Datenerhebung sind geeignete Untersuchungsmethoden vorzuschlagen. Dabei müssen die spezifischen Aktivitätsklassen von Geschäfts- und Produktionsprozessen Berücksichtigung finden.

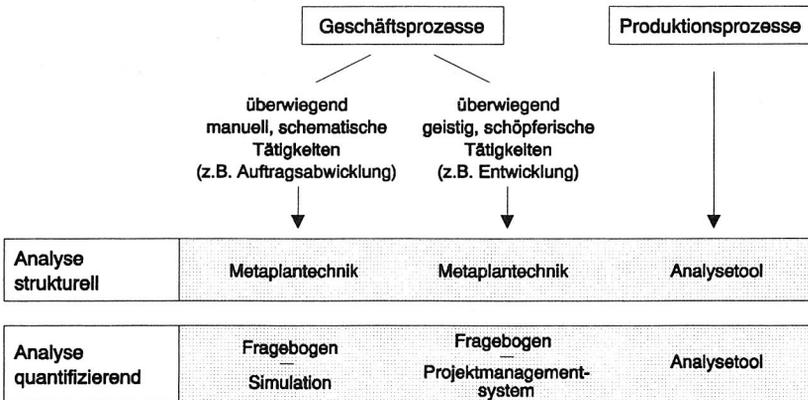


Bild 4.5: Werkzeuge zur Analyse von Geschäfts- und Produktionsprozessen

Aufgrund der stark divergierenden Merkmale der Prozesse eines Unternehmens kommen verschiedene Methoden und rechnergestützte Werkzeuge bei der Analyse zum Einsatz. Geschäftsprozesse können grundsätzlich nach Art der überwiegend vorliegenden Handlungen in manuell/schematische Prozesse (Beispiel: Auftragsabwicklung) und geistig/schöpferische Prozesse (Beispiel: Produkt- und Prozeßentwicklung) unterteilt werden. Zur Identifikation der Prozeßstruktur eignet sich in beiden Fällen die bereits eingeführte Metaplantchnik. Die quantifizierende Analyse von Geschäftsprozessen kann sehr aufwendig unter Nutzung der Fragebogentechnik vollzogen werden. Effiziente Vorgehensweisen sind hier aber besonders bei Anwendung von Simulationswerkzeugen oder rechnergestützten Projektmanagementsystemen möglich. Zur strukturellen und quantifizierenden Analyse von Produktionsprozessen soll ein auf der Basis von MS Access entwickeltes Analysetool dienen. Die genannten Hilfsmittel werden im folgenden näher erläutert.

Die Datenauswertung soll durch Einsatz rechnergestützter Hilfsmittel nicht nur besonders rationell, sondern auch flexibel gestaltet werden. Fest vorgegebene Auswertungsmöglichkeiten können der Aufgabenstellung nicht gerecht werden. Vielmehr verlangt diese, daß die erzeugten Datenstrukturen in einem iterativen Vorgehen nach Erfordernis gesichtet werden können. Es ist weiterhin sinnvoll, die Analysedaten für zukünftige Aufgabenstellungen als Wissensbasis zu archivieren.

#### 4.2.1 Abstraktion der Ablauforganisation

Laut Definition ist eine Aktivität eine atomar ausführbare Funktion, die zu einem bestimmten Zeitpunkt von einer oder mehreren Personen (z.B. Besprechung) getragen wird. Abhängig davon, ob es sich dabei um Informations- oder Materialverarbeitung handelt, sind verschiedene Aktivitätstypen zu unterscheiden. Während bei Geschäftsprozessen (Informationsverarbeitung) nur die Zustände „Bearbeiten“ und „Puffern“ auftreten können, sind bei Produktionsprozessen (Materialverarbeitung) zusätzlich die Zustände „Prüfen“, „Rüsten“, „Handhaben“, „Transportieren“ und „Lagern“ von Interesse. Diese Einteilung ergibt sich zwangsläufig aus der Forderung nach strukturierter Erfassung aller prozeßrelevanter Werteverbräuche.

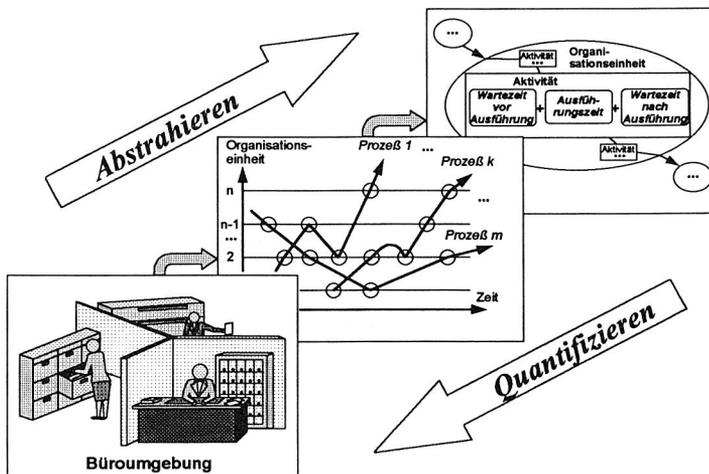


Bild 4.6: Abstraktion der Ablauforganisation von Geschäftsprozessen

Bild 4.6 beschreibt die Abstraktion von Geschäftsprozessen. Ein Geschäftsprozeß besteht in der Regel aus mehreren Aktivitäten und durchläuft verschiedene Organisationseinheiten. Die

Beziehungen zwischen den einzelnen Aktivitäten können als unternehmensinterne oder unternehmensexterne Lieferanten- bzw. Kundenbeziehungen und damit auch als „Elementarauftrag“ interpretiert werden.

Der Aktivitätsträger (Mitarbeiter) erhält einen Auftrag. Jeweils nach Verstreichen einer bestimmten Wartezeit (z.B. Posteingang oder Ablage) wird dieser bearbeitet und nach Verstreichen einer weiteren Wartezeit nach der Ausführung (z.B. Postausgang) weitergeleitet. Dabei können vor und während der Bearbeitung auch aufgabenabhängige Nebenläufigkeiten auftreten. Dies ist dann der Fall, wenn zur Durchführung der Aktivität weitere Informationen benötigt werden. Diese Nebenläufigkeiten gehören zum Gesamtprozeß und werden durch eigene Aktivitätsnetze charakterisiert.

Aus dieser Darstellung wird deutlich, daß mit der Erfassung der Zeitbedarfe vor, während und nach der Bearbeitung eines Elementarauftrags eine Aktivität quantitativ beschrieben werden kann. Des weiteren sind die durch den jeweiligen Mitarbeiter verursachten Kosten durch Kenntnis der Arbeitsplatz- und Personalkosten bekannt. Damit können für einen Geschäftsprozeß Durchlaufzeit und Kosten verursachungsgerecht dargestellt werden.

Wie bei den Geschäftsprozessen durchläuft aufgrund der heute noch weitverbreiteten technologieorientierten Werkstattstrukturen ein Produktionsprozeß in der Regel mehrere Organisationseinheiten. Im Falle produktorientierter Fertigungsorganisation kann es durchaus vorkommen, daß ein Produktionsprozeß in genau einer Organisationseinheit lokalisiert ist. Unabhängig von produkt- oder technologieorientierter Fabrikstrukturierung bilden die prozeßrelevanten Aktivitäten ein durch Abhängigkeitsbeziehungen gegebenes Netz und können möglicherweise nebenläufig ausgeführt werden.

Prinzipiell lassen sich bei Produktionsprozessen sechs verschiedene Arten von Aktivitäten unterscheiden. Diese werden durch den prozeßspezifischen Materialfluß in ihrer Struktur festgelegt. Maschinen müssen zunächst durch Rüstvorgänge auf die Bearbeitung vorbereitet werden. Dafür ist die Handhabung von Werkzeugen erforderlich. Weiterhin ist zur Maschinenbeschickung und -entsorgung die Handhabung von Werkstücken erforderlich. In Abhängigkeit der praktizierten Prüfstrategie, können vor, während und nach der Bearbeitung Prüfkaktivitäten durchgeführt werden. Teile werden zwischen den einzelnen Bearbeitungsschritten in Puffern gespeichert. Weiterhin werden Teile zur Entkopplung von Vorfertigung und Montage in Lagern bereitgehalten. Rohstofflager und Fertigwarenlager bilden die Eckpfeiler eines Produktionsprozesses. Transportvorgänge verbinden die einzelnen Bearbeitungsschritte.

Im Gegensatz zur Vorgehensweise bei Geschäftsprozessen müssen hier zur vollständigen quantitativen Beschreibung der Aktivitätsausprägungen neben Zeiten auch Mengen und ggf. Wertschöpfungszustände (Kapitalbindung) berücksichtigt werden. So kann für jede Aktivität der durch sie verursachte Aufwand gemessen werden. Folglich lassen sich die Produktionsprozesse in der gewünschten Form abstrahieren und quantifizieren. Transparenz hinsichtlich verursachungsgerechter Darstellung von Durchlaufzeit und Kosten ist gegeben.

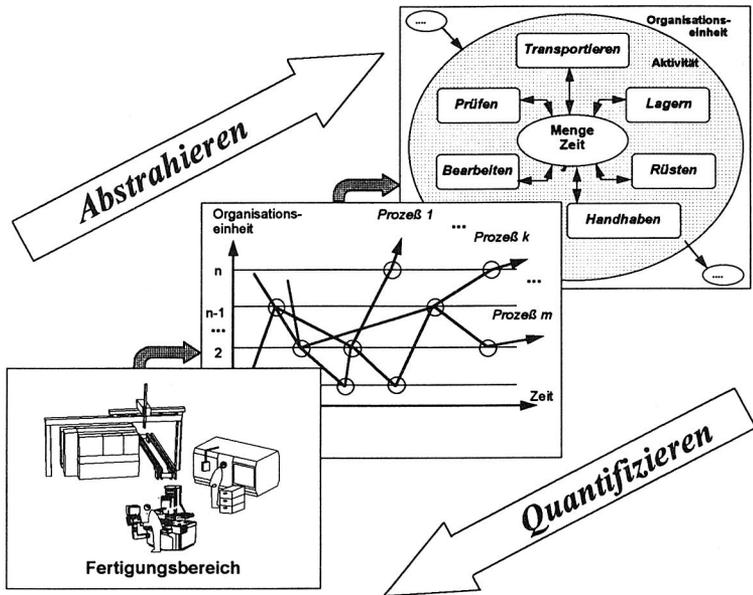


Bild 4.7: Abstraktion der Ablauforganisation von Produktionsprozessen

Bei der Organisation der Datenerhebung muß bedingt durch die prozeßspezifischen Abstraktionsmodelle zwischen Geschäfts- und Produktionsprozessen unterschieden werden. Auch hinsichtlich der Durchführung der Datenerhebung ergeben sich aus den Rahmenbedingungen unter denen der jeweilige Prozeß abläuft Unterschiede.

#### 4.2.2 Analyse von Geschäftsprozessen

Durch die vorbereitenden Untersuchungen der Kernprozesse nach Kapitel 4.1 sind zwar die Aktivitäten und deren strukturelle Verknüpfungen bekannt, unklar ist jedoch noch die Zuordnung zwischen Aktivität und ausführendem Mitarbeiter bzw. eingesetzten Ressourcen.

Aufgrund der Kenntnis der zu analysierenden Geschäftsprozesse und grundlegender betrieblicher Strukturdaten aus Organigrammen und Stellenbeschreibungen läßt sich die Menge der zu befragenden Mitarbeiter einschränken. Nur von diesen Beschäftigten müssen detaillierte Daten erhoben werden, die dann zur Schwachstellenanalyse verwendet werden. Es ist vorteilhaft, wenn jeder Mitarbeiter einen möglichst individuellen Fragebogen erhält, da die Datenerfassung somit viel genauer erfolgen kann. Außerdem wird dadurch der Eindruck der „Massenabfertigung“ vermieden.

Jetzt stellt sich die Frage nach dem allgemeinen Aussehen dieser Fragebögen. Das Ergebnis der Befragung soll die bewertete Beschreibung der Ablaufstruktur der Kernprozesse sein, repräsentiert durch die von den Aktivitäten verbrauchte Zeit. Analog der abstrahierten Ablauforganisation sind also die Aktivität, ihre Bearbeitungszeit, die Wartezeit vor und nach ihrer Ausführung sowie die Reihenfolge der Aktivitäten zu ermitteln.

Bei Erhalt eines neuen Auftrags eröffnet der Mitarbeiter einen Fragebogen, indem er das Datum des Auftragseingangs und eine Benennung der von ihm auszuführenden Aktivität vornimmt. Er heftet den Fragebogen an den Auftrag.

<b>Persönliche Daten</b>			
Name:	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Personalkostengruppe:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Personalnummer:	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Arbeitsplatzkostengruppe:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Organisationseinheit:	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Arbeitszeit pro Woche:	<input style="width: 90%;" type="text"/>

<b>Tätigkeitsdaten</b> (vom Mitarbeiter auszufüllen!)			
• Bezeichnung der Tätigkeit: <input style="width: 90%;" type="text"/>			
• Welchem Prozeß ist diese Tätigkeit zugeordnet?			
<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...
<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...
<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> sonstiger
• An wen leiten Sie den bearbeiteten Auftrag weiter?			
<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	andere: ...
<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	...
<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...	...
Datum des Auftragserhalts:	<input style="width: 40px;" type="text"/> :		
Datum der Bearbeitung:	von: <input style="width: 40px;" type="text"/> :	bis: <input style="width: 40px;" type="text"/> :	Stunden: <input style="width: 60px;" type="text"/>
Datum der Auftragsweitergabe:	<input style="width: 40px;" type="text"/> :		

Bild 4.8: Fragebogen zur Analyse von Geschäftsprozessen durch Selbstaufschreibung

Da ein Mitarbeiter nur zu einer bestimmten Organisationseinheit gehören kann, diese aber von verschiedenen Prozessen durchlaufen wird, muß er für die jeweilige Aktivität die Zuordnung zum entsprechenden Prozeß vermerken. Dabei sei vorausgesetzt, daß alle Mitarbeiter entscheiden können, zu welchen Prozessen ihre Tätigkeiten beitragen. Um die Zuordnung zu unterstützen und Fehler zu vermeiden, ist dieser Teil des Fragebogens als Multiple Choice Eintragung angelegt. Auf dem Fragebogen werden allerdings nur die zu analysierenden Kernprozesse ausgewiesen. Um den Anteil der Arbeitszeit, die für Aktivitäten der zu analysierenden Kernprozesse benötigt wird, an der Gesamtarbeitszeit feststellen zu können, besteht die Möglichkeit, die Tätigkeiten „sonstigen“ Prozessen zuzuordnen. Voraussetzung ist natürlich, daß alle Tätigkeiten erfaßt werden.

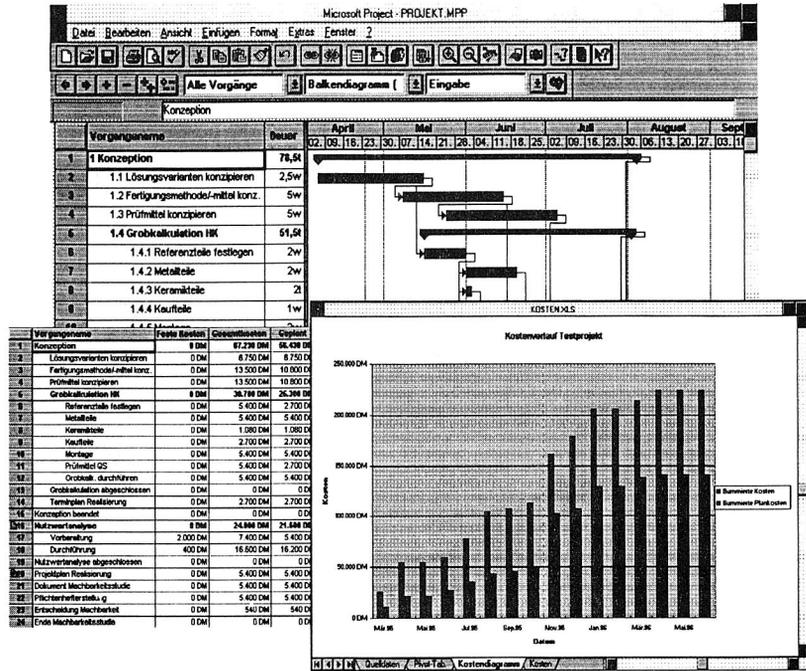
In der Praxis werden meist mehrere Aufträge von einem Beschäftigten gleichzeitig bearbeitet. Eine eindeutige Zurechnung der Wartezeiten zu einer bestimmten Aktivität ist damit nicht mehr möglich. Als Behelf kann hier die Angabe des Datums dienen, zu dem der Mitarbeiter den Auftrag erhalten hat bzw. zu dem er ihn weitergibt. Die durch diese relativ groben Angaben auftretenden Ungenauigkeiten können teilweise ausgeglichen werden, indem man von dem durch das jeweilige Datum bestimmten Tag nur die Hälfte der Arbeitszeit des Mitarbeiters verrechnet. Bei einer angenommenen Gleichverteilung der Auftragsgänge bzw. -weiterreichungen kommt man im Mittel der wirklich erwarteten Zeit sehr nahe. Neben dem Datum des Auftragsgangs und der Auftragsweitergabe, sind vom Mitarbeiter die benötigte Bearbeitungszeit und das Datum der Bearbeitung anzugeben.

Mit den bisherigen Angaben ist man bereits in der Lage, eine quantifizierte Schwachstellenanalyse durchzuführen. Die Ablaufstruktur des Prozesses nach Mitarbeitern ist aber noch nicht im Detail bekannt. Diese Information kann aber für die Identifikation von Schwachstellen sehr wichtig sein. Dazu dient der dritte Abschnitt des Fragebogens. In ihm wird der Auftragsfluß erfragt. Die Quelle jeden Auftrags ist der Kunde. Bei einem bestimmten Mitarbeiter beginnt die innerbetriebliche Auftragsbearbeitung. Hat ein Mitarbeiter seine Tätigkeit durchgeführt, wird der Auftrag durch ihn an andere Mitarbeiter weitergereicht. Er weiß dabei genau, an wen er den bearbeiteten Auftrag weiterleitet. Auf genau dieses Wissen muß mit einer adäquaten Frage im Fragebogen gezielt werden. Die Beantwortung erfolgt wiederum nach dem Multiple Choice Prinzip, wobei einige Namen vorgegeben sind, aber auch die Möglichkeit zu separaten Angaben besteht.

Zur eindeutigen Identifikation und Zuordnung der Fragebögen sind außerdem noch einige grundsätzliche Informationen erforderlich, die spezifisch für jeden Mitarbeiter sind und nicht von ihm erfragt werden müssen. Dazu zählen sein Name, die Personalnummer, die Bezeichnung der Organisationseinheit, der er angehört, seine Personal- und Arbeitsplatzkostengruppe sowie die Wochenarbeitszeit. Um den Richtlinien des Datenschutzes gerecht zu werden, sind bis auf den Namen, die Personalnummer und die Bezeichnung der Organisationseinheit alle anderen Angaben in verschlüsselter Form anzugeben.

Man erkennt aus den vorstehenden Ausführungen, daß die Analyse von Geschäftsprozessen mittels Fragebogen für alle Beteiligten eine große Belastung darstellt. Diese Aufgabenstellung kann sich erheblich vereinfachen, wenn zur Analyse geeignete rechnergestützte Werkzeuge eingesetzt werden.

Im Falle von *Geschäftsprozessen mit überwiegend geistig/schöpferischen Tätigkeiten* eignet sich die Nutzung häufig bereits in den Unternehmen vorhandener Projektmanagementsysteme. Bild 4.9 beschreibt ein rechnergestütztes Werkzeug zur Verwaltung und Planung von Informationsprozessen, sowie Disposition personeller Ressourcen. Das Informationssystem bietet Auswertungsalgorithmen zur prozeßspezifischen Quantifizierung des Ressourceneinsatzes nach Kosten und Zeit. Das Werkzeug entstand auf der Basis des Softwaretools MS Project. Es wurde um entsprechende Prozeduren erweitert und ist heute bei einem mittelständischen Hersteller elektromechanischer Standardprodukte im praktischen Einsatz.



Prozessspezifische Quantifizierung  
des Ressourceneinsatzes bei der Produkt-/Prozessentwicklung

Bild 4.9: Rechnergestützte Planung der Produkt-/Prozessentwicklung - Beispiel zur prozessspezifischen Quantifizierung des Ressourceneinsatzes (MS Project)

Im Falle von Geschäftsprozessen mit überwiegend manuell/schematischen Tätigkeiten hat sich die Nutzung der Simulation als effizientes Werkzeug zur quantifizierenden Beschreibung erwiesen.

Im Rahmen eines Simulationsmodells werden die aus vorangegangenen Analysen resultierenden Aktivitätsnetze modelliert. Dazu werden benötigte Ressourcen und die Ressourcenbindung bezogen auf die jeweilige Aktivität definiert und über Prozesspläne verknüpft. Die aktivitätsbezogene Ressourcenbindung ist vorab durch entsprechende Zeitaufnahmen fest-

zustellen. Weitere realitätsbeschreibende Rahmenbedingungen wie Arbeitszeitpläne, Ausfallpläne (Krankheit) und Aufträge werden vorgegeben.

Grundsätzlicher Unterschied zur Simulation technischer Systeme (Maschinen) ist die Modellierung des Menschen. Es gilt besondere Verhaltensmuster wie Motivation und Lernkurveneffekte abzubilden. Unterschiedliche Motivationsphasen werden beispielsweise über die Angabe alternativer Bearbeitungszeiten und deren Wahrscheinlichkeit des Zutreffens berücksichtigt. Lernkurveneffekte können ebenso durch alternative Bearbeitungszeiten in Abhängigkeit der Häufigkeit des Anstoßes einer Aktivität modelliert werden.

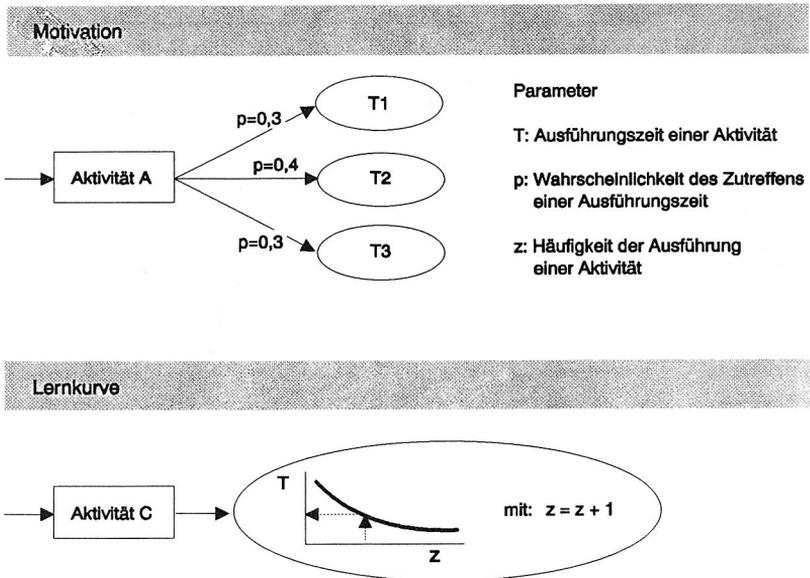


Bild 4.10: Modellierung von Motivation u. Lernkurveneffekten bei Geschäftsprozessen

Auf weitere Details der Simulation von Geschäftsprozessen wird im Rahmen der Gestaltung von Kernprozessen (Kapitel 5) eingegangen. Im Gegensatz zur bereits vorgestellten Fragebogentechnik, kann der Einsatz von Simulationswerkzeugen den Analyseaufwand erheblich verkürzen. Als Einschränkung bleibt allerdings anzumerken, daß die Qualität der Analyseergebnisse in erheblichem Maße von der Genauigkeit der Modellbildung abhängig ist. Im Vergleich aller Analysemethoden erweist sich die Simulation als das Hilfsmittel mit der geringsten Genauigkeit.

### 4.2.3 Analyse von Produktionsprozessen

Ziel der Analyse von Produktionsprozessen ist die Erfassung aller Verschwendungen an Ressourcen - Mensch, Maschine und Material - nach Art und Menge. Zunächst sollen einige typische Beispiele diskutiert werden.

Im Zentrum der Betrachtung steht der Bearbeitungsvorgang. In den meisten Fertigungsbetrieben liegt heute noch eine Aufgabenstrukturierung nach Taylorschen Grundprinzipien vor. Daraus resultiert ein hoher Grad an Arbeitsteilung. Neben verschiedenen Abstimmungsproblemen durch sektorales Denken der Mitarbeiter, sind besonders die erhöhten Aufwendungen für Handhabung, Transport und Pufferung der Teile zwischen den einzelnen Arbeitsschritten zu nennen.

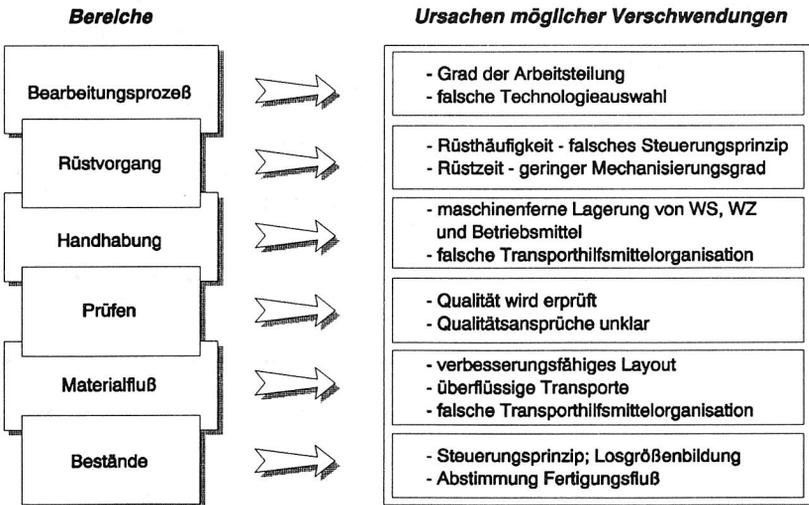


Bild 4.11: Potentielle Verschwendungen und deren Ursachen, nach Womack [122]

Neben diesen organisatorischen Aspekten sind aber auch die Technologieauswahl und die vorliegende Mechanisierungsstufe mögliche Quellen der Verschwendung. Die Technologieauswahl unterliegt beispielsweise Anforderungen nach der zu fertigenden Menge. Auch die Verträglichkeit der Technologie in der gesamten Prozeßkette (z.B. Einfluß auf den Ordnungsgrad bei der Teilebereitstellung) ist ins Kalkül zu ziehen. Hinsichtlich der vorliegenden Mechanisierung ist zur Sicherung einer hohen Verfügbarkeit eine sichere Automatisierung anzustreben. In den Extrema (keine Automatisierung - Automatisierung um jeden Preis) verbergen sich meist große Kostenpotentiale.



den kann. Es wird aber auch deutlich, daß derartige Untersuchungen nicht wie bei der Analyse von Geschäftsprozessen mit den Möglichkeiten der Selbstaufschreibung durchgeführt werden können, sondern der kritischen Betrachtung eines erfahrenen Analysators bedürfen. Wichtig ist dabei auch eine gewisse Neutralität desselben. Bereichsverwandte Mitarbeiter erkennen häufig aufgrund einer gewissen „Betriebsblindheit“ viele Probleme nicht.

Bild 4.12 zeigt in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3300 einen Erfassungsbogen zur Analyse von Produktionsprozessen nach den relevanten Aktivitätstypen. Der Kopf des Fragebogens enthält organisatorische Angaben des Projektmanagements, wie die Benennung des Untersuchungsgegenstandes, Bearbeiter, Datum, Firma und Sonstige.

Aktionen

### Produktionsprozeßdaten ändern

Firma: XYZ      Werk: Nürnberg  
 Projekt: Flußoptimierung      Bearbeiter: Meier  
 Prozeß: Schalkungsträgerfertigung      Datum: 29.05.1995

L. Nr.	Vorgang	Ressourcen					Zeit Minuten / Stück	Zeit [Min./St.]	Kosten [DM/St.]	Bemerkungen
		R	B	P	H	T				
<input type="checkbox"/>	1   Entlagern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	43,00	10,00	
<input type="checkbox"/>	2   Schlagschere einst.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	65,00	4,00	
<input type="checkbox"/>	3   Zuschneiden	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	65,00	10,00	
<input type="checkbox"/>	4   Transp. 2. Stock	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	28,00	5,00	

→ Löschen

Nr.	Vorgang	Arbeitskräfte					Ze Zahl	St.-satz	Minuten
		R	B	P	H	T			
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

Hinzufügen



Bild 4.13: Rechnergestützte Datenerfassung in der Werkstatt

Der Analysebogen unterstützt die nach Aktivitäten („Vorgang mit Aktivitätstyp wie Rüsten, Bearbeiten, Prüfen, Handhaben, Transportieren und Lagern“) und Aktivitätsausprägungen („Ressourcenbedarf, Zeiten, Mengen und Kosten“) strukturierte Aufnahme von Prozeßdaten. Das Feld „Verschwendungen“ unterstützt die Dokumentation augenfälliger Mängel noch vor Ort.

Zur effizienten Unterstützung der Datenaufnahme und der darauf folgenden Datensichtung mit Auswertung, wurde dieser Analysebogen softwaretechnisch abgebildet. Mit Hilfe eines Notebooks können die relevanten Daten in der Fertigung vor Ort direkt erfaßt werden. Aufwendiges Abschreiben von Fragebögen, mit den damit verbundenen Fehlerquellen wird

damit vermieden. Außerdem stehen dem Analysator so bereits während der Datenaufnahme verschiedene Auswertungswerkzeuge zur Verfügung, die zu seiner Sensibilisierung bei der Erfassung des Istzustandes beitragen können.

Die beschriebene Vorgehensweise unterstützt die Ermittlung von Prozeßkosten und -zeiten direkt, die Identifikation von qualitätsbeeinflussenden Schwachstellen im Produktionsprozeß aber nur indirekt. Um diesbezüglich eindeutige Aussagen treffen zu können, sind weiterführende Analysen (z.B. bzgl. Materialverbrauch, Ausschuß, Nacharbeit etc.) hilfreich. Diese können mittels Selbstaufschreibung durchgeführt werden.

Grundlage der flexiblen, aufgabenspezifischen Datenauswertung bildet die strukturierte Abbildung der Daten auf ein abstraktes Datenmodell. Aufgrund der weiten Verbreitung unter den semantischen Datenmodellen [105], wird das abstrakte Datenmodell auf der Basis des Entity-Relationship-Modells generiert.

Die definierte abstrakte Datenstruktur ist Grundlage der Implementierung der logischen Datenstruktur innerhalb eines Software-Tools. Dazu wird das Relationenmodell herangezogen.

Im Gegensatz zu anderen Datenbankmodellen (Netzwerkmodell und Hierarchisches Modell [115]) verzichtet das Relationenmodell auf graphische Darstellungen und verwendet eine tabellarische Darstellungsform. Beim Relationenmodell können somit alle Daten in zweidimensionalen Tabellen mit einer festen Anzahl von Spalten und einer beliebigen Anzahl von Zeilen dargestellt werden. Eine Zeile in der Tabelle beschreibt einen Tupel, die Spalten entsprechen den einzelnen Attributen des Entity. Die Anzahl der Attribute bezeichnet man auch als Grad der Relation.

Im Anschluß an die Erzeugung der Relationen sind diese zu normalisieren. Unnormalisierte Relationen weisen Redundanzen auf. Diese verbrauchen unnötig Speicherplatz und erfordern einen erhöhten Aufwand für die Datenpflege, was bei umfangreichen Datenbeständen beträchtliche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Datenbank hat. Unnormalisierte Relationen weisen meist auch eine hohe Anzahl von Attributen auf, wodurch die Übersichtlichkeit und Handhabbarkeit der Relation leidet.

Eine Relation hat die sogenannte 3. Normalform erreicht, wenn alle Attribute, die nicht zum Primärschlüssel gehören, direkt von diesem abhängen.

Es ist dabei zu beachten, daß eine zu weit getriebene Aufspaltung der Relationen mit erhöhten Zugriffszeiten verbunden ist. Beim Datenbankentwurf gilt es ein Optimum zu finden zwischen Zugriffszeit, Pflegeaufwand und Speicherbedarf [105].

Die resultierende relationale Datenstruktur erlaubt vielfältige Verknüpfungen der Attribute der Entities und unterstützt damit flexibel die Generierung anwendungsspezifischer Datensichten.

Grundsätzlich lassen sich mehrere sinnvolle Arten der zu verwendenden Sichten klassifizieren. Man erhält sie, indem man zielbezogenen Fragen stellt, die bei der Schwachstellenanalyse wesentlich sein könnten. Zum Beispiel wäre die Frage nach der Dauer eines ganz bestimmten Prozesses oder den von ihm verursachten Kosten denkbar. Ferner ist von Interesse, an welchen Prozessen eine bestimmte Ressource beteiligt ist, welche Aktivitäten dabei ausgeführt werden und wieviel Zeit dafür benötigt wird. Zusätzlich könnte das Wissen über die Zuordnung zu einer bestimmten Organisationseinheit nützlich sein.

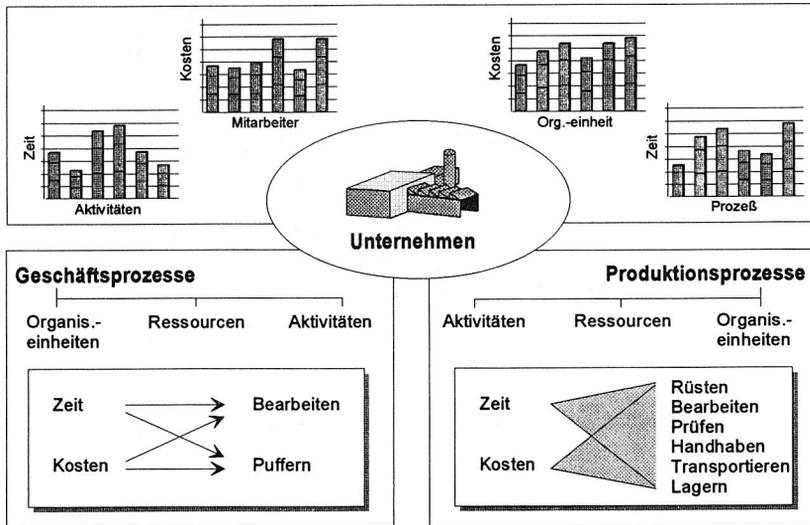


Bild 4.14: Klassifizierung der Datensichten zur Analyse von Kernprozessen

Es kristallisieren sich so fünf verschiedenartige Gruppen von Sichten heraus, die sich nur durch den Bezug auf unterschiedliche "Objekte" unterscheiden:

- auf das **Unternehmen** bezogene Sichten,
- auf **Prozesse** bezogene Sichten,
- auf **Organisationseinheiten** bezogene Sichten,
- auf **Aktivitäten** bezogene Sichten und
- auf **Ressourcen** bezogene Sichten.

Die Objekte entsprechen den organisatorischen Gestaltungselementen eines Unternehmens. Ein Unternehmen setzt sich i.d.R. aus mehreren Organisationseinheiten zusammen und diese vereinen wiederum Aktivitäten. Ein Prozeß durchläuft zur Erfüllung eines Prozeßziels eine oder mehrere Organisationseinheiten und nimmt Aktivitäten in Anspruch. Aktivitäten nutzen mit dem Ziel einer konkreten Leistungserbringung verschiedene Ressourcen. Aktivitäten und Ressourcen unterstützen temporär Prozesse.

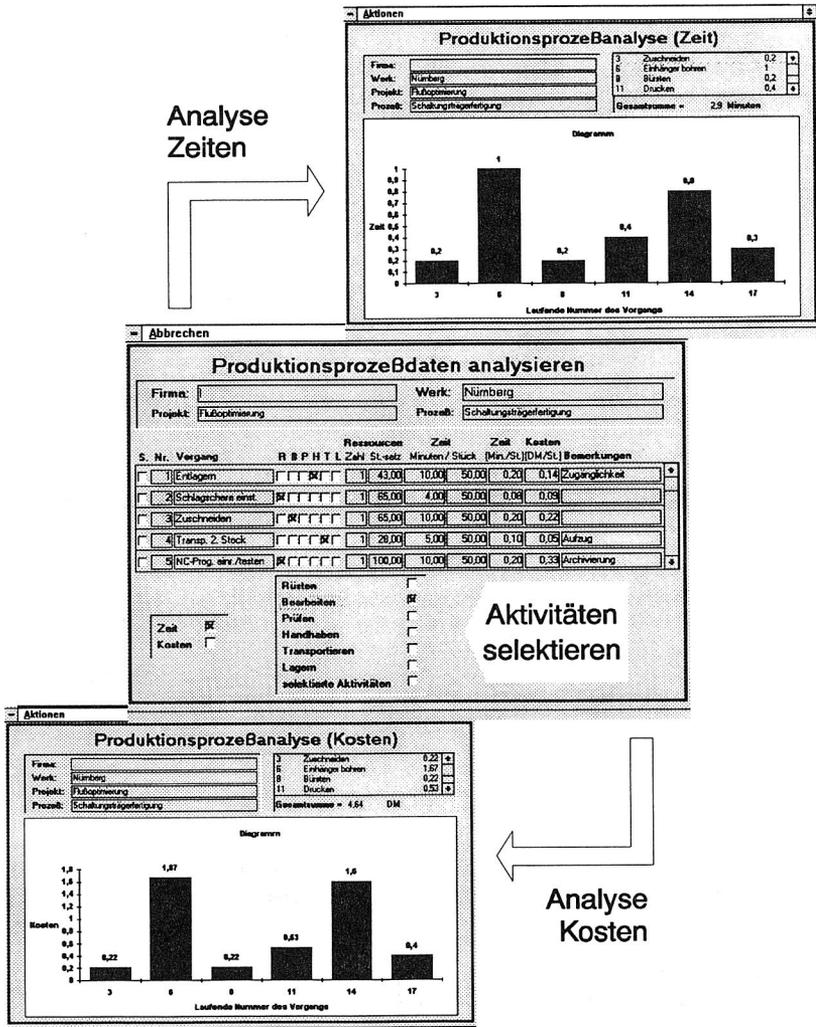


Bild 4.15: Softwaretool zur Analyse von Kernprozessen im Unternehmen

Die Sichten der Gruppen können weiterhin in verschiedene Klassen eingeordnet werden. Diesmal ist nicht der Bezug auf ein bestimmtes Objekt, sondern die Art der Fragestellung ausschlaggebend. Generell lassen sich die Sichten anhand von Fragen nach „verursachten Kosten“ und „verbrauchter Zeit“ unterscheiden.

Da sich Geschäfts- und Produktionsprozesse hinsichtlich der vorkommenden Arten von Aktivitäten stark ähnlich sind, ist der Einsatz des vorgestellten Tools zur Analyse von Geschäftsprozessen ebenfalls möglich. Das Werkzeug kann dabei die Auswertung von Daten aus Fragebogen unterstützen.

Im Gegensatz zu den Geschäftsprozessen, bei denen die einzige Aktivitätsart das Bearbeiten eines Auftrags ist, können bei den Produktionsprozessen sechs verschiedene Arten von Aktivitäten auftreten. Durch jede dieser Aktivitäten entsteht ein spezifischer Kosten- und Zeitaufwand. Um Schwachstellen der Produktionsprozesse optimal identifizieren zu können, reicht es deshalb nicht aus, sämtliche Aufwände der Aktivitäten gemeinsam zu betrachten. Es muß vielmehr die Möglichkeit der getrennten Sichtweise auf jeden einer Aktivitätsart zugeordneten Kosten- und Zeitaufwand gegeben sein. Demzufolge ist der Aufwand für Lagerung, Transport, Prüfen, Handhaben, Rüsten sowie Bearbeiten zu unterscheiden.

Das entwickelte rechnergestützte Werkzeug unterstützt gleichermaßen die Selektion nach individuellen Aktivitäten oder auch Aktivitätstypen des erfaßten Prozesses. Wie gefordert können dabei sowohl Kosten- als auch Zeitmaßstäbe als Bewertungsgrundlage dienen.

Darüberhinaus stellt das Tool dem Anwender verschiedene Funktionen zur graphischen Aufbereitung der Datensichten zur Verfügung und unterstützt die Dokumentation der Ergebnisse (Bild 4.15).

### **4.3 Beispiel - Fertigung von Schaltungsträgern**

Die Anwendung des vorgeschlagenen Analyseverfahrens soll am Beispiel eines Herstellers von Schaltungsträgern verifiziert werden. Die Fertigung von Schaltungsträgern erfolgt absolut kundenspezifisch und unterliegt damit höchsten Anforderungen an Durchlaufzeit und Termintreue. Die Kernprozesse (Geschäfts- und Produktionsprozesse) des Beispielunternehmens sollen mit der Zielsetzung einer verbesserten Kundenorientierung nach Schwachstellen analysiert werden.

#### **4.3.1 Identifikation der Prozeßstruktur**

Die Analyse der Unternehmen-Kunden-Beziehungen brachte als Kernprozesse vier wesentliche Typen hervor. Diese sind im einzelnen:

- Angebotsbearbeitung,
- Bearbeitung von Neuaufträgen,
- Bearbeitung von Wiederholaufträgen und die
- Reklamationsbearbeitung.

Die genannten Prozesse wurden detailliert nach Struktur der Aktivitäten und Merkmalsausprägungen untersucht. Aufgrund der hohen Wiederholrate, soll an dieser Stelle insbesondere der Kernprozeß „Bearbeitung von Wiederholaufträgen“ diskutiert werden.

Bild 4.16 beschreibt die Prozeßstruktur für Wiederholaufträge nach Fachabteilungen und Aktivitäten. Nach Auftragseingang in der Poststelle werden zunächst die bereits vorliegenden Auftragsunterlagen bereitgestellt. Bei der nachfolgenden Arbeitsvorbereitung erfolgt die Terminierung des Auftrags und Überprüfung der Auftragsunterlagen. Der Auftrag wird EDV-technisch erfaßt. Von der Schreibstelle wird die Auftragsbestätigung versandt. Weiterhin löst die Arbeitsvorbereitung eine Laufkarte aus und startet damit den Produktionsprozeß. Der Auftrag durchläuft in der Fertigung die Werkstätten Materiallager/Zuschnitt, Stanzerel, Druckerei und Stanzerel. Abschließend wird das Produkt verpackt und versendet. Parallel dazu erfolgt das Ausdrucken und Versenden von Lieferschein und Rechnung.

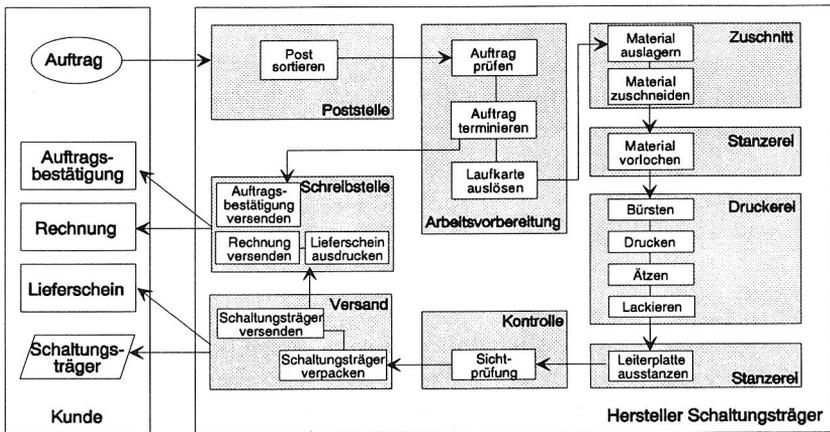


Bild 4.16: Beschreibung der Prozeßstruktur „Wiederholauftrag“ nach Aktivitäten

Erste Mängel legt bereits eine genaue Betrachtung des vorgestellten Aktivitätsnetzes offen. Aus der fehlenden Möglichkeit zur Durchführung einer Kapazitätsplanung für Maschinen und Personal resultiert die große Gefahr von Lieferterminüberschreitungen. In Abhängigkeit der aktuellen Auftragslage werden Liefertermine gemessen am Auftragsumsatz einfach pauschal abgeschätzt.

### 4.3.2 Durchführung einer quantifizierten Prozeßanalyse

Ein Ausschnitt der quantifizierten Prozeßanalyse weist weiterhin als wesentliche Problemfelder lange Wartezeiten, in Verbindung mit hohen Beständen vor der Stanzerel aus. Ursächlich ist dafür die hohe Rüstzeitanteil an der gesamten Bearbeitungszeit beim Stanzen, aber auch die nicht mehr anforderungsgerechte Maschinenausstattung. Dies zeigt der Vergleich der Kapazitätsauslastung einzelner Maschinen in der Stanzerel mit der durchschnittlichen Wartezeit vor diesem Bearbeitungsschritt. Weiterhin zeigt der Vergleich von Rüst-

und Bearbeitungszeit allgemein über alle Prozessschritte einen sehr geringen Ressourcennutzungsgrad bzgl. Mensch und Maschine an.

Die genannten Schwachpunkte treten zutage in Gestalt fehlender Termintreue gegenüber den Kunden. Ansatzpunkt für eine Verbesserung ist beispielsweise eine Verringerung des hohen Rüstzeitanteils. Dabei haben weitergehende Untersuchungen gezeigt, daß weniger der einzelne Rüstvorgang für den eklatant hohen Rüstzeitanteil verantwortlich ist, als die Vielzahl von Rüstvorgängen, bedingt durch kleine Losgrößen.

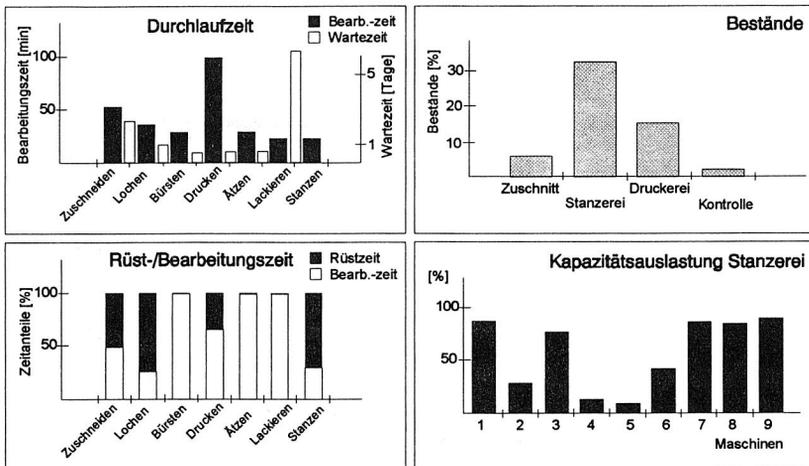


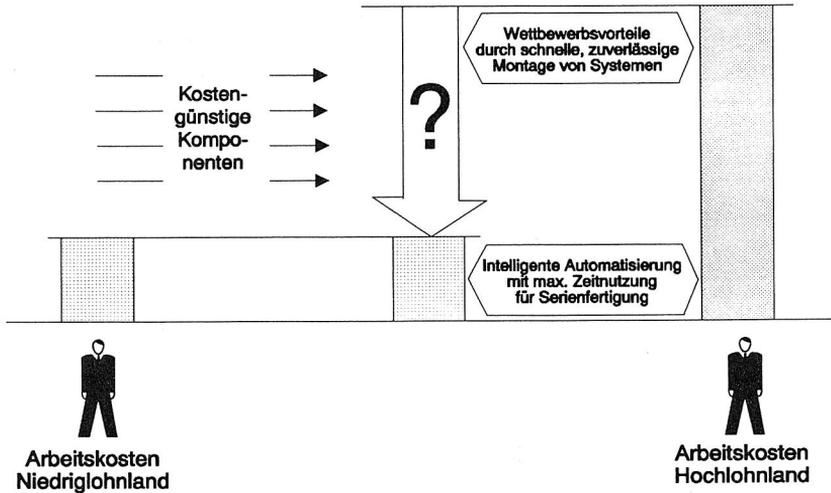
Bild 4.17: Quantifizierende Prozessanalyse zur Fertigung von Schaltungsträgern

### 4.3.3 Diskussion von Lösungsansätzen

Ein favorisierter Lösungsansatz besteht darin, unter Nutzung der Kooperationsmöglichkeiten mit Fertigungspartnern im nahegelegenen Tschechien verstärkt Kleinaufträge extern zu vergeben und durch Konzentration auf Serien die Hauptzeitanteile zu steigern. Damit kann neben der eigenen Kostenstruktur aufgrund der Verminderung personalkostenintensiver Rüstvorgänge und der höheren Maschinennutzung insbesondere auch die Durchlaufzeit vermindert und die Termintreue verbessert werden. Außerdem kann dem Kunden weiterhin ein breites Losgrößenspektrum wirtschaftlich angeboten werden, was besonders wichtig ist, weil viele Kunden für Serienprodukte meist auch Spezialtypen in kleinen Losen ordern.

Neben den dargestellten Maßnahmen wurde bedingt durch die fehlenden Möglichkeiten zur Durchführung einer Kapazitätsplanung die Einführung eines entsprechenden rechnergestützten Werkzeuges forciert. Damit soll bereits bei Auftragserteilung dem Kunden ein verbindlicher Liefertermin genannt werden können. Weiterhin sollen durch Einführung eines BDE-

Systems Störungen im geplanten Ablauf frühzeitig erkannt und durch entsprechende Maßnahmen kompensiert werden.



*Bild 4.18: Chance zur Nutzung kostengünstiger Ressourcen und Herausforderung zur Gestaltung innovativer Systemlösungen im Vergleich Niedrig- gegen Hochlohnland [30]*

Mit der Öffnung der Grenzen nach Osteuropa und in Verbindung mit zunehmender Einführung der Marktwirtschaft wurden neue Möglichkeiten der kostengünstigen Produktion im dezentralen Fertigungsverbund geschaffen. Das vorliegende Beispiel zeigt auch, daß diese Chance nicht grundsätzlich mit einem Abbau von Arbeitsplätzen am Standort BRD verbunden sein muß. Die Nutzung der Kooperationsmöglichkeiten bringt eine Entlastung der maschinenspezifischen Kapazitätssituation (Rüstzeitanteile!) einhergehend mit der Ausschöpfung von Kostensenkungspotentialen ohne Abbau von Arbeitsplätzen. Die freigesetzten Geldmittel können in neue, verbesserte Technologien investiert werden, wodurch letztendlich die Existenz und Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens am Standort gesichert werden kann.

## 5 Gestaltung von Kernprozessen

Anhand des vorgestellten Beispiels in Kapitel 4.3 wurden die strukturellen Besonderheiten von Kernprozessen nochmals verdeutlicht. Kernprozesse beschreiben unter Einbezug des Kunden Zyklen und verknüpfen dabei Informations- und Materialfluß mit dem Ziel einer effektiven Prozeßleistungserbringung.

Ziel der Gestaltung von Kernprozessen ist die schrittweise Verbesserung ihres Effektivitätsgrades, das heißt die Minimierung des Ressourceneinsatzes gemessen am Prozeßoutput. Diese Forderung ist mit der Vermeidung von Verschwendung jeder Art gleichzusetzen. Insbesondere die Schlüsselressourcen Mensch, Maschine und Material, aber auch die Koordination von Abläufen, also die Methodeneffizienz sind dabei ins Kalkül einzubeziehen.

Diese Aufgabenstellung erfordert eine integrierte Betrachtung von Geschäfts- und Produktionsprozessen, da Informations- und Materialfluß gleichermaßen auf die Zielgrößen Qualität, Kosten und Zeit Einfluß nehmen. Als Ergebnis der Iteration resultiert eine Aufgabenintegration von Geschäfts- und Produktionsprozessen im Sinne einer engen Verflechtung von Informations- und Materialfluß am Ort der Wertschöpfung. Bild 5.1 verdeutlicht die flußorientierte „Metamorphose“ ursprünglich entkoppelter Geschäfts- und Produktionsprozesse zu sogenannten Wertschöpfungszentren mit Dezentralisierung flußhemmender Sekundärleistungen.

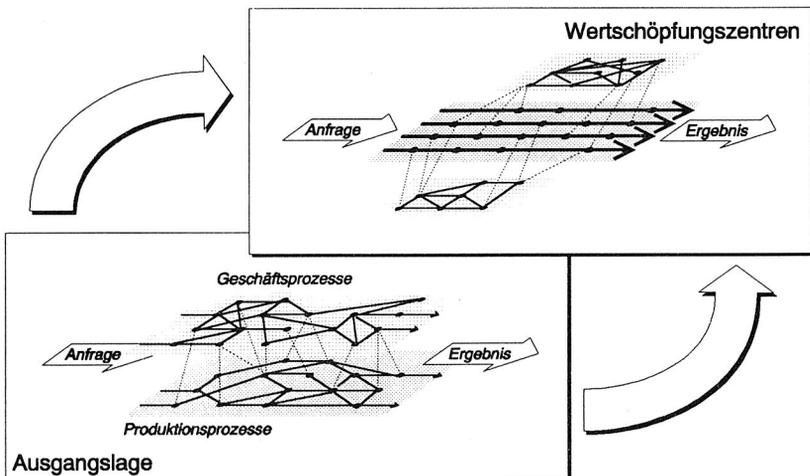


Bild 5.1: Effiziente Gestaltung kundenorientierter Kernprozesse

Im Rahmen dieses Kapitels wird ein rechnergestütztes Werkzeug zur Modellierung der Informations- und Materialflußbeziehungen von Aktivitätsnetzen vorgestellt. Neben der Vi-

sualisierung von Prozessen unterstützt das Werkzeug die Generierung modellspezifischer Leistungsmerkmale unter Nutzung eines Simulators. Damit kann die Leistungsfähigkeit alternativer Gestaltungsvorschläge für Wertschöpfungszentren quantifiziert werden, was für eine objektive Entscheidungsfindung fundamental ist.

### 5.1 Referenzmodell zur Auftragsabwicklung in der Elektro- und Elektronikindustrie

Die Auftragsabwicklung stellt in allen Produktionsbetrieben gemessen an der Häufigkeit der Ausführung und der möglichen Einflußnahme auf die Kundenzufriedenheit (reaktionsstarke Kundenorientierung) den wichtigsten Kernprozeß dar. Deshalb soll an dieser Stelle am Beispiel der Elektro- und Elektronikindustrie ein Referenzmodell zur Auftragsabwicklung erstellt werden.

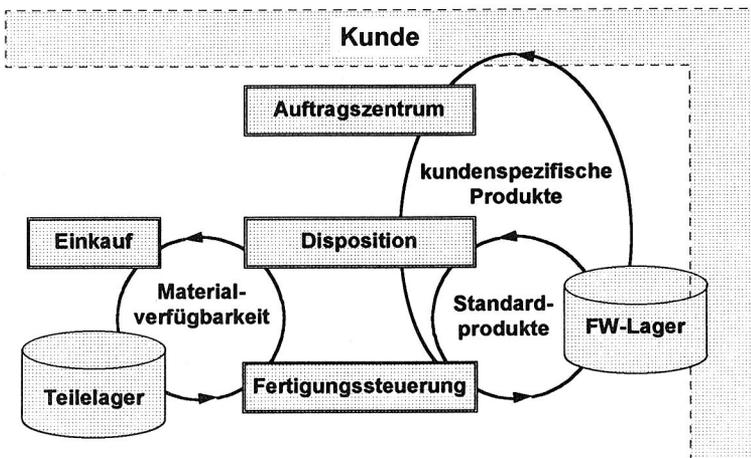


Bild 5.2: Kundenorientierte Regelmechanismen in der Auftragsabwicklung

Für die Bearbeitung konkreter praktischer Aufgabenstellungen bietet die Bereitstellung eines Referenzmodells folgende Vorteile:

- Das Referenzmodell kann bei der Neuordnung von Abläufen als Ganzes oder auch in Moduln als Ausgangsbasis der Iteration dienen. Da das Referenzmodell auch auf dem vorgeschlagenen rechnergestützten Werkzeug zur Verfügung steht, vereinfacht sich die Modellierung verbesserter Strukturierungskonzepte erheblich.
- Weiterhin kann das Referenzmodell die Generierung dezentraler Strukturierungskonzepte in der Unternehmung unter besonderer Berücksichtigung kundenorientierter Regelmechanismen unterstützen. Dies soll durch entsprechende Strukturierung des Modells gewährleistet werden.

- Schließlich bietet die Anwendung eines Referenzmodells den Vorteil des Vergleichs mit anderen Anwendern, was zu einer Minimierung des Einführungsrisikos beitragen kann.

Bild 5.2 zeigt die Struktur und Wirkmechanismen der Auftragsabwicklung in der Elektro- und Elektronikindustrie. Grundsätzlich ist die Versorgung des Kunden mit Standardprodukten und kundenspezifischen Produkten zu unterscheiden. Ohne vorherige Absprachen über Rahmenverträge werden kundenspezifische Produkte erst nach Auftragsingang disponiert und gefertigt. Dagegen erfordert die Versorgung mit Standardprodukten kürzeste Reaktionszeiten. Der Kunde erwartet sofortige Lieferung ab Lager. Die Disposition von Standardprodukten muß somit über Mindestbestände (statisch) oder Reichweiten (dynamisch) erfolgen um die permanente Lieferfähigkeit sicherstellen zu können.

Da in der Elektro- und Elektronikindustrie meist eine mehrstufige Fertigung mit variierendem Dezentalisierungsgrad der Fertigungsstellen einschließlich der Berücksichtigung „verlängerter Werkbänke“ (Lieferanten für Teile und Baugruppen) anzutreffen ist, gilt es neben den dargestellten kundenorientierten Regelkreisen auch die unterlagerten Regelkreise zur Sicherung der Materialverfügbarkeit für die Gerätemontage und deren Verflechtung mit den kundenorientierten Regelkreisen zu berücksichtigen.

Informations- und Materialfluß der Auftragsabwicklung orientieren sich damit am Focus Kunde. Die Position des Kunden kann in diesem Modell im übertragenen Sinne als virtueller Unternehmensbestandteil [20] interpretiert werden.

### 5.1.1 Strukturierung des Modells

Zur Strukturierung des Referenzmodells zur Auftragsabwicklung erscheint eine Aufgabenteilung in die Bereiche Vertrieb, Logistik und Produktion als zweckmäßig. Der Vertrieb repräsentiert die Schnittstelle zum Kunden und vertritt dessen Interessen im Unternehmen. Die Logistik wirkt als Koordinator zwischen dem Vertrieb und der Produktion. Die Aufgaben bestehen insbesondere in der Einplanung von Fertigungs- und Bestellaufträgen bei gleichzeitiger Minimierung der Kapitalbindung durch Bestände. Die Aufgaben der Produktion konzentrieren sich auf die flexible und anforderungsgerechte Bereitstellung benötigter Ressourcen zur termin- und mengengerechte Erfüllung der von der Logistik geforderten Aufträge.

Die Zuordnung der Kostenverantwortung für die Lager für Fertigwaren, Halbtteile und Rohmaterial soll nach dem Verursachungsprinzip auf den Bereich Logistik übertragen werden. Die Logistik definiert alle für die Steuerung der Lager relevanten Eckdaten wie Mindestbestände, Reichweiten, Auffüllbestände etc. und zeichnet für die dispositive Einplanung der Aufträge für Standardprodukte und kundenspezifische Produkte sowohl auf Montage-, als auch Vorfertigungsebene verantwortlich. Im Fall von Zukaufteilen werden auf der Basis von Rahmenverträgen bei Bedarf von Lieferanten Bestellungen abgerufen. Die Logistik übernimmt damit die Aufgabe einerseits Kundenaufträge anforderungsgerecht einzuplanen,

andererseits aber auch die Kapitalbindung durch zu hohe Bestände möglichst niedrig zu halten.

Weiterhin soll die Trennung dispositiver (Logistik) und steuernder Elemente (Produktion) hervorgehoben werden. Damit wird die Voraussetzung zur Dezentralisierung der Fertigungssteuerung direkt vor Ort in der Produktion geschaffen. Aktuelle Störungen (Maschinenausfälle, Krankheit, Materialverfügbarkeit etc.) können reaktionsstark ausgeregelt werden und schlagen nur noch in Ausnahmefällen auf dispositive Bereiche zurück.

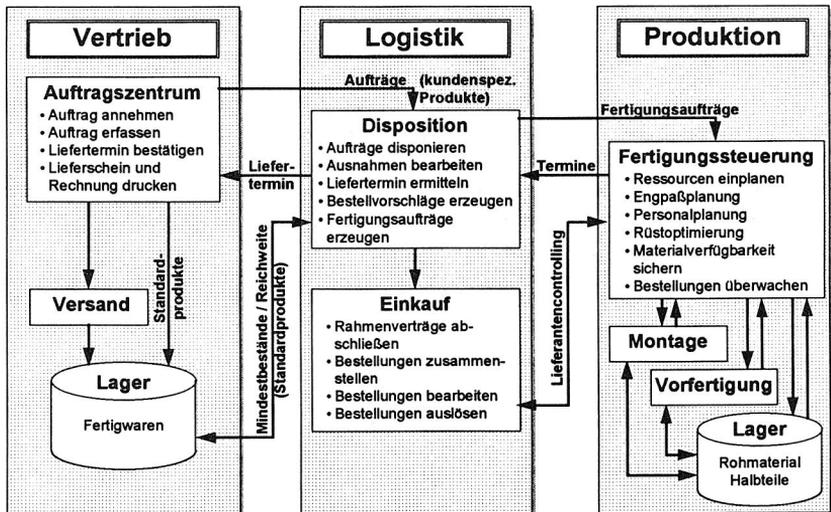


Bild 5.3: Referenzmodell zur Auftragsabwicklung mit Produktion (Informationsfluß)

Grundsätzlich sind in Bild 5.3 wieder die kundenorientierten Regelkreise der Auftragsabwicklung erkennbar. Wesentliches Unterscheidungskriterium der einzelnen Regelungsebenen ist der zeitliche Wirkungsrahmen. Während auf dispositiver Ebene eine Planung auf mehrere Monate ausgelegt ist, erfolgt die Fertigungssteuerung nur innerhalb eines Zeitintervalls von wenigen Wochen.

Im folgenden werden die einzelnen Module des Referenzmodells näher beschrieben. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Darstellung des Informationsflusses. Die Verallgemeinerung von Materialflußbeziehungen ist aus praktischen Gründen nicht sinnvoll, da es sich hierbei stets um absolut anwendungsspezifische Aktivitätsnetze handelt. Bei der Interpretation des Referenzmodells ist zu beachten, daß es sich hierbei um einen Standardisierungsvorschlag handelt, der keinem Anspruch auf Vollständigkeit gerecht werden kann. Im spezifischen Anwendungsfall werden deshalb stets Anpassungen erforderlich sein.

### 5.1.2 Aktivitätsnetz „Vertrieb“

Das Aktivitätsnetz „Vertrieb“ schließt die Funktionen Auftragszentrum und Lager/Versand ein. Da hier ausschließlich die Auftragsabwicklung betrachtet werden soll, werden sonstige Vertriebsfunktionen wie Akquisition, Kundenbetreuung etc. nicht berücksichtigt.

#### Auftragszentrum

Sämtliche Kundenaufträge gehen per Telefon, Fax oder Brief im Auftragszentrum ein und werden dort erfaßt.

Im Fall von Standardprodukten erfolgt umgehend eine Prüfung der Materialverfügbarkeit zum gewünschten Liefertermin und eine Reservierung auf die gewünschte Menge eines Artikels. Die Auftragsbestätigung wird an den Kunden gesandt. Vor Versand der Ware erfolgt das Ausdrucken von Lieferschein und Rechnung.

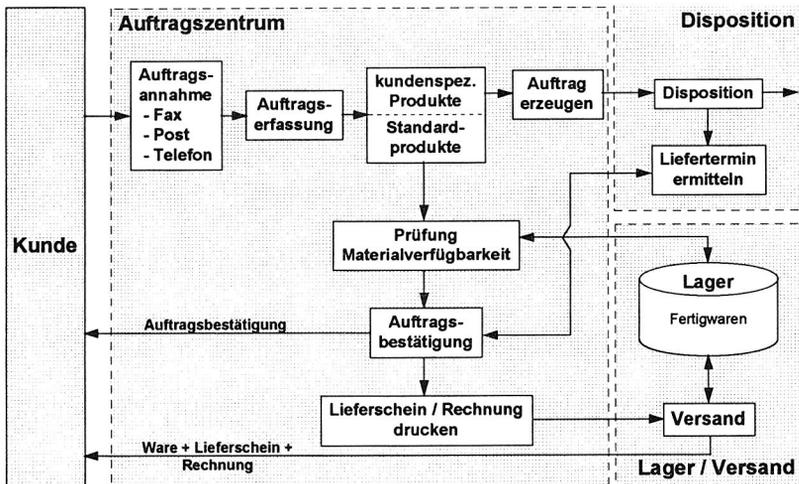


Bild 5.4: Informationsfluß im Aktivitätsnetz „Vertrieb“

Im Fall von kundenspezifischen Produkten muß vom Auftragszentrum ein Auftrag mit Terminwunsch des Kunden erzeugt werden. Dieser wird an die Disposition weitergegeben. Es ist nun Aufgabe der Disposition unter Berücksichtigung der Wiederbeschaffungszeiten für erforderliche Teile und Baugruppen sowie der vorliegenden Kapazitätsauslastung einen machbaren Liefertermin zu ermitteln. Dieser wird wiederum an das Auftragszentrum übermittelt und dort per Auftragsbestätigung an den Kunden weitergeleitet.

Aus dieser Ablaufbeschreibung wird bereits deutlich, daß die Bearbeitung von kundenspezifischen Aufträgen wesentlich umfangreicher und zeitintensiver als die Abwicklung von Be-

stellungen für Standardprodukte ist. Dies kann sich darin ausdrücken, daß bei telefonischer Bestellung im Fall von Standardprodukten ggf. sofort die Auftragsbestätigung erfolgen kann. Im Fall von kundenspezifischen Produkten dagegen bis zur Ermittlung eines machbaren Liefertermins mehrere Tage (z.B. bei erforderlicher Batchdisposition) verstreichen können.

*Lager/Versand*

Eine weitere Funktion des Vertriebs im Rahmen der Auftragsabwicklung ist der Versand der Ware. Bei der Kommissionierung der Artikel handelt es sich vorwiegend um Handhabungs- und Transportvorgänge. Der im jeweiligen Anwendungsfall vorliegende Prozeßablauf (Materialfluß) muß individuell modelliert werden. Eine standardisierte Beschreibung ist nicht sinnvoll.

**5.1.3 Aktivitätsnetz „Logistik“**

Das Aktivitätsnetz im Bereich „Logistik“ schließt die Funktionen Disposition und Einkauf ein. Die standardisierten Informationsflüsse sollen näher beschrieben werden.

*Disposition*

Eingangsdaten der Disposition sind vom Auftragszentrum vorgegebene Aufträge für kundenspezifische Produkte und vom Fertigwarenlager ausgehende Auffüllaufträge für Standardprodukte. Beide Auftragstypen müssen disponiert werden. Wie bereits erläutert, wird nach dem Dispositionslauf eine Bestätigung des Liefertermin für kundenspezifische Produkte an das Auftragszentrum geleitet.

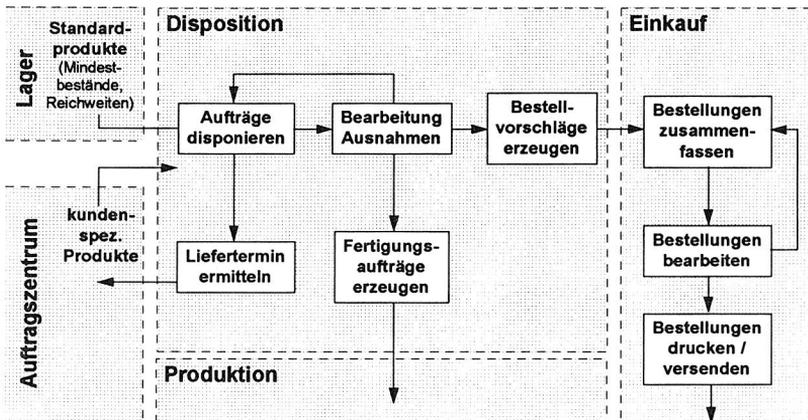


Bild 5.5: Informationsfluß im Aktivitätsnetz „Logistik“

Nach erfolgter Disposition der Aufträge sind möglicherweise anfallende Ausnahmen zu bearbeiten, bis schließlich ein Optimum zwischen Kundenwunsch und Rahmenbedingungen der Produktion erreicht ist. Auf einem Horizont von ca. 2 bis 4 Wochen werden nun Fertigungsaufträge erzeugt und an die Fertigungssteuerung übergeben. Gleichzeitig werden von der Disposition Bestellvorschläge erzeugt und an den Einkauf übermittelt.

Das erläuterte Vorgehen wiederholt sich im Falle einer mehrstufigen Fertigung für alle Bereiche der Vorfertigung. Hier werden allerdings neben den in Standardprodukten einfließenden Teilen und Baugruppen meist auch kundenspezifische Teile über Mindestbestände oder Reichweiten gesteuert, um so auch für kundenspezifische Endprodukte die Lieferzeiten möglichst niedrig zu halten.

### Einkauf

Eingangsdaten des Einkaufs sind die Bestellvorschläge der Disposition. Bestellungen werden zusammengefaßt und ggf. bearbeitet, gedruckt und an den Lieferanten versendet. Neben diesen repetitiven Aufgaben der Auftragsabwicklung hat der Einkauf insbesondere die Aufgabe der Erstellung von Rahmenverträgen mit den Lieferanten und die Überprüfung des Lieferantenverhaltens. Da diese Funktionen nicht unmittelbarer Bestandteil der Auftragsabwicklung sind, sollen sie nicht in das standardisierte Modell einbezogen werden.

### 5.1.4 Aktivitätsnetz „Produktion“

Im Bereich Produktion sind neben der Vorfertigung/Montage die Funktionen der Fertigungssteuerung und das Lager für Halbfertige und Rohmaterial angeordnet.

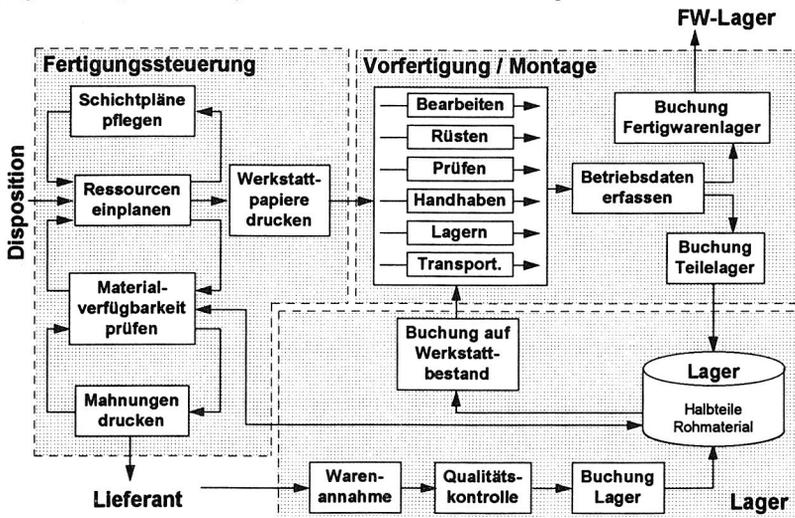


Bild 5.6: Informationsfluß im Aktivitätsnetz „Produktion“

### *Fertigungssteuerung*

Eingangsdaten des Aktivitätsnetzes „Produktion“ sind die von der Disposition auf einem Horizont von wenigen Wochen vorgegebenen Fertigungsaufträge. Zur Erfüllung dieser Vorgaben sind entsprechende Ressourcen einzuplanen und flexibel an die Anforderungen anzupassen. Dies geschieht über die Pflege von Schichtplänen.

Vor der Freigabe von Fertigungsaufträgen und dem Drucken von Werkstattpapieren ist stets die Materialverfügbarkeit erforderlicher Roh- oder Halbtteile zu prüfen. Bei Bedarf sind entsprechende Mahnstufen anzustoßen. In der Fertigungssteuerung sollen damit auch die Aufgaben eines operativen Einkaufs verankert werden.

Im Falle mittel- und langfristiger Störungen können von der Fertigungssteuerung auch Fertigungsaufträge an die Disposition zurückgegeben werden. Dieser Fall soll aber die Ausnahme sein und deshalb nicht standardmäßig berücksichtigt werden.

### *Vorfertigung/Montage*

Nach der Auftragsöffnung und Bereitstellung der Werkstattpapiere erfolgt der eigentliche Wertschöpfungsprozeß. Das jeweils zugrundeliegende Aktivitätsnetz ist vorwiegend von Materialflußbeziehungen geprägt. Aufgrund der spezifischen Systemlösungen in diesem Bereich erscheint die Bereitstellung eines standardisierten Modells nicht sinnvoll. Im jeweiligen Anwendungsfall ist auf der Basis von Elementarfunktionen (Bearbeiten, Rüsten, Prüfen, Handhaben, Lagern, Transportieren) das spezifische Aktivitätsnetz zu modellieren.

Dagegen kann der Informationsfluß in diesem Bereich durchaus in einem Standardmodell beschrieben werden. Im Anschluß an Wertschöpfungsprozesse beliebiger Ausprägung erfolgt die Betriebsdatenerfassung und Buchung auf das Teilelager (Wertschöpfungsprozeß = Vorfertigung) oder auf das Fertigwarenlager (Wertschöpfungsprozeß = Montage).

### *Lager für Halbtteile und Rohmaterial*

Der standardisierte Informationsfluß im Bereich Lager wird vom Lieferanten initiiert. Nach erfolgter Lieferung wird die Warenannahme durchgeführt (Buchungsvorgang) und die Qualitätskontrolle angesprochen. Bei Freigabe der Ware durch die Qualitätssicherung wird die Ware auf das entsprechende Lager gebucht. Von dort erfolgt bei entsprechender Materialanforderung durch die Werkstatt die Buchung auf den Werkstattbestand.

Parallel zum dargestellten Informationsfluß laufen natürlich umfangreiche Materialflußbeziehungen ab. Diese sollen aber wiederum nicht standardisiert werden, sondern können im jeweiligen Anwendungsfall unter Nutzung der oben genannten Elementarfunktionen individuell abgebildet werden.

## 5.2 Rechnergestützte Modellierung von Prozeßstrukturen

Die Neugestaltung von Kernprozessen in der Elektro- und Elektronikindustrie soll mit Hilfe computergestützter Simulationswerkzeuge durchgeführt werden. Heute sind eine Reihe dafür verwendbarer Softwareprodukte verfügbar, die sich oft durch einen sehr großen Leistungsumfang auszeichnen.

Da das hier anzuwendende Simulationswerkzeug von „Nicht-Simulations-Experten“ bedient werden soll, ergibt sich bei der Beurteilung der Verwendbarkeit dieser unterschiedlichen Simulatoren für den vorliegenden Problemkreis folgendes Dilemma (vgl. Bild 5.7):

Weniger geübte Anwender sind auf Systeme mit hohem Modellierungskomfort angewiesen. Meist werden deshalb vordefinierte Bausteinbibliotheken zur Verfügung gestellt, deren Komponenten sich bei Bedarf recht einfach miteinander kombinieren lassen. Problemstellungen, die über die von den Bausteinen angebotenen Funktionsumfang hinausgehen, lassen sich allerdings häufig nicht oder nur mit hohem Aufwand abbilden. Der hohe Modellierungskomfort wurde also durch Einbußen in der Flexibilität und Anwendungsbreite erkauft. Mit anderen Systemen, die auf einer allgemeinen Beschreibungsmethode – beispielsweise auf einer Simulationssprache – basieren, lassen sich auch anspruchsvollere Aufgabenstellungen lösen. Deren Modellierung verlangt in der Regel jedoch hohen Aufwand und viel Erfahrung im Umgang mit dem Simulationssystem.

Ebene	Charakterisierung	Beispiele
<b>Modellierungskomfort</b>		
4	Anwendungsorientierte Bausteine / Modellierung	SIMPLEX II mit Bausteinbibliotheken DOSIMIS-3
3	Modellklassenspezifische Beschreibungselemente	SIMPLEX II - Basissystem GPSS-Fortran SLAM II
2	Basissysteme	SIMULA GASP
1	Programmiersprachen	FORTRAN TURBO-PASCAL C++

**Flexibilität und Anwendungsbreite**

0% 100%

Bild 5.7: Klassifizierung von Simulationssoftware [108]

Die Forderung nach einem befriedigenden Kompromiß zwischen beiden geschilderten Extrema und damit der teilweisen Auflösung dieses Dilemmas soll den Hintergrund der Archi-

tektur der Simulationssoftware bilden. Unerfahrene Anwender sollen mit dem zu entwickelnden System in der Lage sein, zügig spezifische Probleme lösen zu können. Andererseits sollen aber auch Ausnahmen adäquat abgebildet werden können.

### 5.2.1 Beschreibung der Softwarearchitektur

Als Grundsystem für die Simulation von Prozessen wurde das Produkt „FACTOR/AIM“ der *Pritsker Corporation, Indianapolis, USA* ausgewählt. FACTOR/AIM ist für die Betriebssysteme OS/2 und Unix verfügbar.

Da die Prozeßanalyse und -modellierung nicht nur „offline“ sondern auch vor Ort durchgeführt werden soll, muß FACTOR/AIM auch auf mobilen Computersystemen bereitgestellt werden. In dieser Hinsicht scheidet Unix als Betriebssystem aus, da es hohe Anforderungen an die zugrundeliegende Hardware stellt und nur mit erheblichen Einschränkungen auf Laptops oder Notebooks installiert werden kann. Als Alternative verbleibt demnach das System OS/2. Dieses Betriebssystem ist auch auf PC's mit normaler Hardwareausstattung lauffähig und kann ohne Probleme auch auf portablen Geräten zur Verfügung gestellt werden.

Die grundlegenden Funktionen von FACTOR/AIM basieren auf strukturierten Datenbanken. Um diese Datenbanken zu verwalten, wird zusätzlich ein Datenbank-Managementsystem benötigt. Bei der Verwendung von OS/2 Version 2.1 kommt hierfür nur das Datenbanksystem DB2/2 von IBM in Frage. Erst jetzt ist FACTOR/AIM lauffähig und bietet alle seine Basisfunktionen zur freien Nutzung an.

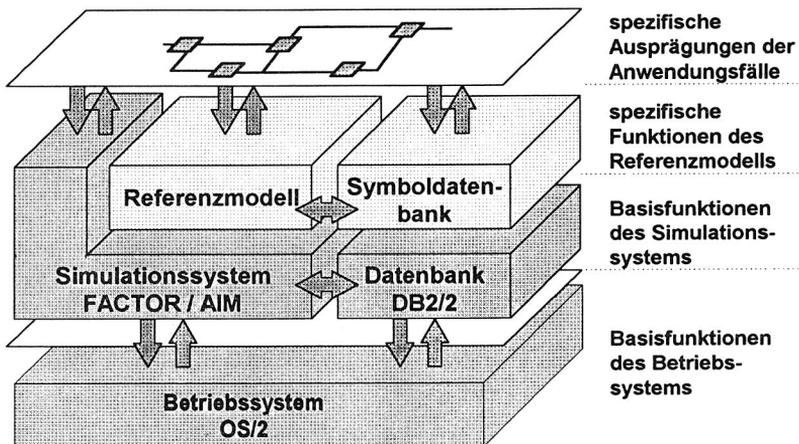


Bild 5.8: Softwarearchitektur für die rechnergestützte Prozeßmodellierung

Die oben gestellte Forderung zielt neben der durch FACTOR/AIM erbrachten maximalen Anwendungsflexibilität auch auf einen höchstmöglichen Benutzerkomfort durch Bereitstellung von Bausteinbibliotheken ab. Aus diesem Grund wird eine Symboldatenbank definiert, aus der der Anwender häufig vorkommende Komponenten entnehmen kann. Eine zusätzliche Komfortsteigerung geht mit der Verwendung des in Kap. 5.1 vorgestellten Referenzmodells einher. Dieses Modell wird in FACTOR/AIM abgebildet und enthält alle notwendigen Aktivitäten sowie deren Verknüpfungen untereinander und die zum korrekten Ablauf benötigten Parameterdefinitionen.

Dem Anwender stehen somit an der von ihm sichtbaren Modellierungsoberfläche alle notwendigen Softwarekomponenten zur Verfügung, die er für die erfolgreiche Modellierung und Planung von Kernprozessen benötigt: die Grundfunktionen von FACTOR/AIM, das implementierte *Referenzmodell* und eine umfangreiche *Symboldatenbank*.

### 5.2.2 Objekte, Parameter und Kontrollflußbeziehungen

Um dem Systembenutzer die Modellierung so weit wie möglich zu vereinfachen, werden typische Objekte, deren Parameter sowie wesentliche Kontrollflußbeziehungen vordefiniert und in der Symboldatenbank abgelegt.

Die Objekte der Datenbank sollten den Aktivitäten der Unternehmensprozesse entsprechen. Im allgemeinen wird man extrem viele verschiedene Aktivitäten in den Prozeßabläufen vorfinden. Es macht aber keinen Sinn, alle diese Aktivitäten einzeln zu erfassen und abzulegen, weil darunter die Flexibilität und die Übersichtlichkeit des Simulationssystems leidet. Vielmehr muß versucht werden, gemeinsame, quantifizierbare Merkmale von Einzelaktivitäten zu finden, die im weiteren als Parameter betrachtet werden können. Die Anzahl der verschiedenen Aktivitäten reduziert sich dadurch soweit, daß sich finale Aktivitätstypen definieren lassen, welche dann letztendlich in der Datenbank hinterlegt werden können. Bei der Modellierung müssen nur noch die einzelnen Typen ausgewählt, und deren Parameter so eingestellt werden, daß sich ein wirklichkeitsgetreues Abbild des Modellierungsgegenstands ergibt.

Gemäß den Ausführungen in Kapitel 4 lassen sich folgende Aktivitätstypen für Geschäfts- und Produktionsprozesse identifizieren:

- Geschäftsprozesse: Bearbeiten, Puffern
- Produktionsprozesse: Bearbeiten, Handhaben, Rüsten, Prüfen,  
Transportieren, Puffern/Lagern

Wie man leicht erkennen kann, sind die Aktivitäten „Bearbeiten“ und „Puffern“ sowohl Geschäfts- als auch Produktionsprozessen gemein. Im Sinne einer integrierten Lösung und im Hinblick auf die Bildung von Wertschöpfungszentren wäre es wünschenswert, daß die Aktivitäten von Geschäfts- und Produktionsprozessen nicht explizit unterschieden werden müßten.

Generell werden in Geschäftsprozessen vorrangig Informationen gesammelt, aufbereitet, verändert und verarbeitet, während in Produktionsprozessen zusätzlich mehrheitlich Materialbewegungen und -veränderungen stattfinden. Für die integrierte Abbildung von Aktivitäten aus Geschäfts- und Produktionsbereichen ist es daher notwendig, Informations- und Materialflüsse in ihrer Darstellungsweise einander so anzupassen, daß sie in einem einheitlichen Rahmen verwendet werden können. Dazu wird von Informations- auf Materialflüsse oder von Material- auf Informationsflüsse abstrahiert.

Es ist leicht erkennbar, daß die Unterscheidung von Information und Material allein durch geschickte Auswahl von Parametern aufgehoben wird. Beispielsweise kann man der Aktivität „Bearbeiten“ in Geschäfts- wie auch in Produktionsprozessen Hilfsmittel und Arbeitskräfte zuordnen, wobei Hilfsmittel im Geschäftsbereich Computer und im Produktionsbereich dagegen Werkzeugmaschinen sein können. Pufferbereiche können dann analog entweder reservierter Speicher auf der Festplatte des Computers bzw. eine Postablage oder eine bestimmte Pufferfläche in der Werkstatt sein. Die konkrete Zugehörigkeit zu einem Geschäfts- bzw. Produktionsprozeß wäre dann nur noch anhand einer repräsentativen Bezeichnung der Aktivitäten und Ressourcen möglich.

Als Konsequenz wird eine Aufteilung von Aktivitäten in Geschäfts- und Produktionsprozesse gegenstandslos. Mit der allgemeinen Abbildung von Aktivitäten wird also schon bei der Systemmodellierung die Bildung von Wertschöpfungszentren forciert und damit der Forderung nach Effizienzmaximierung von Unternehmensprozessen Rechnung getragen.

Im folgenden werden alle oben genannten Aktivitätstypen hinsichtlich ihrer Parameter bzw. Attribute detaillierter beschrieben. Basierend auf diesen Beschreibungen kann die Komponentendatenbank im Simulationssystem FACTOR/AIM gestaltet werden.

### a) *Bearbeiten*

Unter der Aktivität „Bearbeiten“ werden alle Tätigkeiten zusammengefaßt, bei denen Dokumente (im Geschäftsbereich) und Werkstücke bzw. Material (im Produktionsbereich) bearbeitet und verändert werden.

Jede dieser Tätigkeiten hat dabei einen gewissen *Zeitbedarf*. Außerdem werden *Bearbeitungshilfsmittel* (Werkzeugmaschinen, Computer u. dgl. m.) und zumeist menschliche *Arbeitskräfte* benötigt. Weiterhin ist die Ausführbarkeit von Bearbeitungstätigkeiten durch den verfügbaren *Pufferbereich* determiniert.

### b) *Handhaben*

Für die Handhabung von Werkstücken werden generell *Hilfsmaschinen* oder/und *Arbeitskräfte* benötigt. Des weiteren muß wiederum ein bestimmter *Pufferbereich* zur Verfügung stehen. Zum Ausführen der Tätigkeit ist eine bestimmte *Zeitspanne* erforderlich.

c) *Rüsten*

Beim „Rüsten“ werden *Maschinen* auf den Arbeitsschritt „Bearbeiten“ vorbereitet. Dies kann entweder vollautomatisch oder durch Unterstützung menschlicher *Arbeitskräfte* geschehen. Der *Zeitbedarf* für das Rüsten variiert in Abhängigkeit der spezifischen Aufgabenstellung. Die jeweiligen Umrüstzeiten können effizient in einer *Zeittabelle* festgelegt werden.

d) *Prüfen*

Prüfvorgänge können als erweiterte Bearbeitungsvorgänge angesehen werden. Neben *Zeitbedarf*, *Prüfeinrichtungen*, *Arbeitskräften* und *Pufferbereich* tritt noch ein weiterer Faktor in Erscheinung: die *Fehler-/Ausschußrate* bzw. formale *Bedingungen*, die erfüllt sein müssen, um die Prüfung erfolgreich zu bestehen.

e) *Transportieren*

Bei der Aktivität „Transportieren“ sind die *Quelle*, das *Transportziel* und das dazugehörige *Transportmittel* von Interesse. Am Zielpunkt muß ein *Pufferbereich* zur Verfügung stehen, an dem das Material bzw. die Werkstücke entladen werden können. Im allgemeinen werden für Transportvorgänge auch *Arbeitskräfte* benötigt. Die *Transportzeit* muß entweder explizit angegeben werden oder sie ergibt sich als Produkt aus *Weglänge* und *Transportgeschwindigkeit*.

f) *Puffern/Lagern*

Beim „Puffern/Lagern“ werden Werkstücke bzw. Dokumente im Gegensatz zu Bearbeitungsvorgängen nicht verändert. Hier wird lediglich der Produktionsplan einzelner Produkte für eine gewisse Zeitspanne verzögert. Diese Zeit ergibt sich aus dem Mittel aller Zeitspannen, die zwischen Ablegen und Wiederaufnehmen eines Teils im *Puffer/Lagerbereich* vergehen.

In gewissem Sinne stellt das Puffern/Lagern nur implizit eine Tätigkeit dar, die sich allein dadurch ergibt, daß nachfolgende Arbeitsschritte ankommende Teile oder Dokumente nicht sofort weiterverwenden können. In der Auswertung des simulierten Produktionsablaufs ist es jedoch von großem Interesse, wie klein die jeweiligen Puffer-/Lagerbereiche gewählt werden können, um Parameter wie Durchlaufzeit oder Kapitalbindung möglichst günstig zu beeinflussen.

Mit den aufgezeigten Aktivitätstypen allein ist eine Modellierung von Abläufen jedoch noch nicht möglich, da bisher noch kein Hilfsmittel beschrieben wurde, mit dem sich Reihenfolgebeziehungen zwischen mehreren Aktivitäten herstellen lassen. Üblicherweise werden dazu (Fertigungs-) *Ablaufpläne* verwendet, in denen exakt aufgelistet ist, welche Aktivität wann durchzuführen ist. Im Simulationssystem muß demzufolge eine adäquate Beschreibungsmöglichkeit gefunden und benutzt werden, um deterministische Abläufe zu gewährleisten.

In Anlehnung an reale Gegebenheiten müssen nun noch zusätzliche Kontrollflußbeziehungen definiert werden, ohne die viele Prozesse nur unvollständig modelliert werden könnten. Beispielsweise sind verzweigte Prozesse mit den bisherigen Mitteln noch nicht beschreibbar.

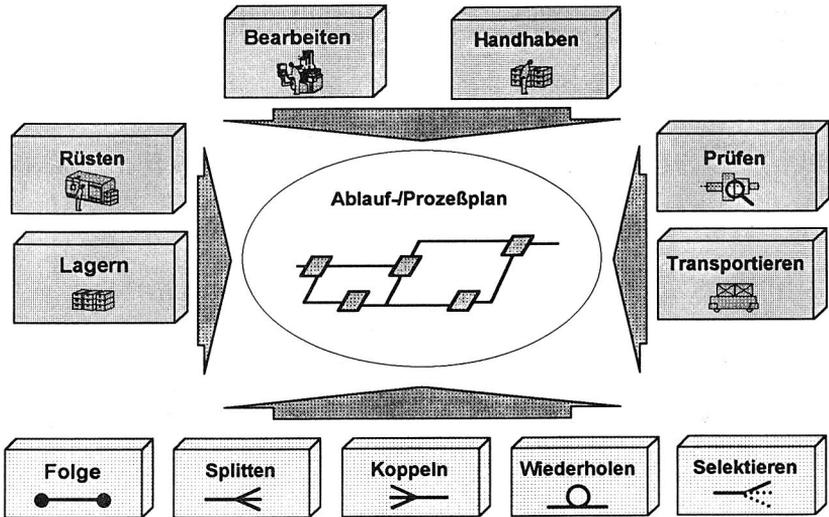


Bild 5.9: Objekte, Parameter und Kontrollflußbeziehungen im computerunterstützten Simulationssystem

Im einzelnen fehlen zur vollständigen Abbildung von Prozessen noch folgende Elemente: Splitten, Koppeln, Auswählen, Wiederholen und die Folge. *Splitten* bedeutet hierbei eine Aufteilung des weiteren Ablaufs in zwei oder mehr zeitlich parallel ablaufende Teilprozesse. Diese Teilprozesse können über das *Koppelement* wieder zusammengeführt bzw. synchronisiert werden. Eine selektive Verzweigung des Prozeßablaufs ist mit dem *Auswahlelement* gegeben. Dabei wird aus mehreren Fortsetzungsmöglichkeiten genau eine anhand eines deterministischen Verzweigungskriteriums ausgewählt, und an dieser Stelle mit dem Ablauf fortgefahren. Schließlich lassen sich wiederholende Teilabläufe mit dem *Wiederholungselement* modellieren. Dieses Element muß ein Abbruchkriterium besitzen, anhand dessen über die nochmalige Wiederholung entschieden werden kann. Sobald es nicht mehr erfüllt ist, muß der Ablauf bei der dem Wiederholungselement folgenden Aktivität fortgesetzt werden. Die *Folge* dient der sequentiellen Verknüpfung von Aktivitäten.

Um Prozesse mit den oben genannten Aktivitäten und Kontrollflußelementen simulieren zu können, fehlt noch ein entscheidender Auslösefaktor. In der Realität werden Prozesse nur dann gestartet, wenn entsprechende (explizite oder implizite) Aufträge vorliegen, die Leistungen verlangen, welche mit eben jenen Prozessen erbracht werden. Ebenso muß folglich

im Simulationssystem der Start eines Prozesses ausgelöst werden. Entweder nach einem determinierten Zeitplan oder nach mehr oder minder willkürlichen Intervallen müssen dem Aktivitätsnetz *Aufträge* erteilt werden. Aufträge müssen das *Datum des Auftragseingangs*, den *Umfang* der nachgefragten Leistungen und das *Fälligkeitsdatum* als parametrierbare Größen enthalten. Selbstverständlich müssen Aufträge nicht immer von externen Kunden erteilt werden, sondern können auch unternehmensintern erzeugt werden. Ein Beispiel hierfür wäre der Anstoß der Fertigung von Standardprodukten bei Unterschreitung einer Mindestbestandsgrenze im Fertigwarenlager.

Bild 5.9 gibt einen Überblick über die in diesem Kapitel definierten Aktivitäten, Kontrollflußelementen sowie deren Zusammenhänge.

### 5.2.3 Modellierung von Prozeßstrukturen

Die Modellierung und Optimierung von Prozeßstrukturen soll mittels eines schrittweisen Konzeptes der Umgestaltung durchgeführt werden.

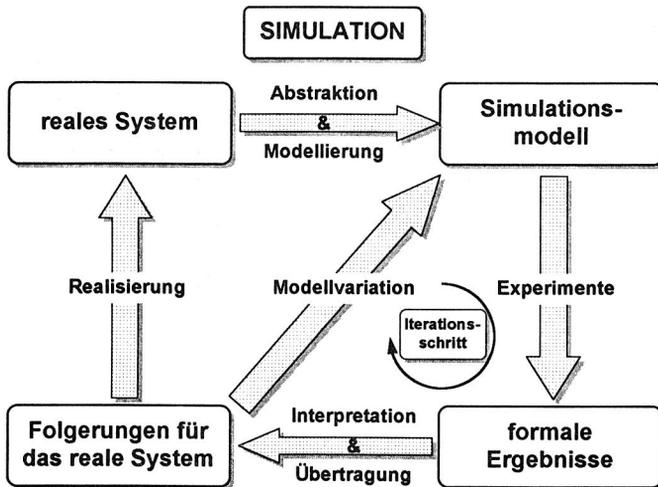


Bild 5.10: Konzeptionelle Vorgehensweise bei der Prozeßoptimierung

Der erste Schritt ist dementsprechend die Erfassung und Abbildung der Ausgangsstruktur (Iststruktur) im Simulationssystem FACTOR/AIM. Nachfolgend wird das abgebildete Prozeßmodell solange verändert, bis sich das gewünschte Optimierungsziel einstellt. Die einzelnen Prozeßstrukturen werden dazu wiederholt simuliert und anhand von quantifizierten grafischen und tabellarischen Auswertungen miteinander verglichen.

Als grundlegende Vorgehensweise bei der Neustrukturierung der Produktionsprozesse empfiehlt sich eine getrennte Optimierung hinsichtlich logistischer und kapazitiver Aspekte. Da sich die Ziele dieser Aspekte teilweise konträr gegenüberstehen, läßt sich in einem Schritt noch keine optimale Struktur finden. Dazu bedarf es der wiederholten Ausführung von Optimierungsschritten, wobei die Ergebnisse aus einem Schritt bei dem nächsten Berücksichtigung finden müssen.

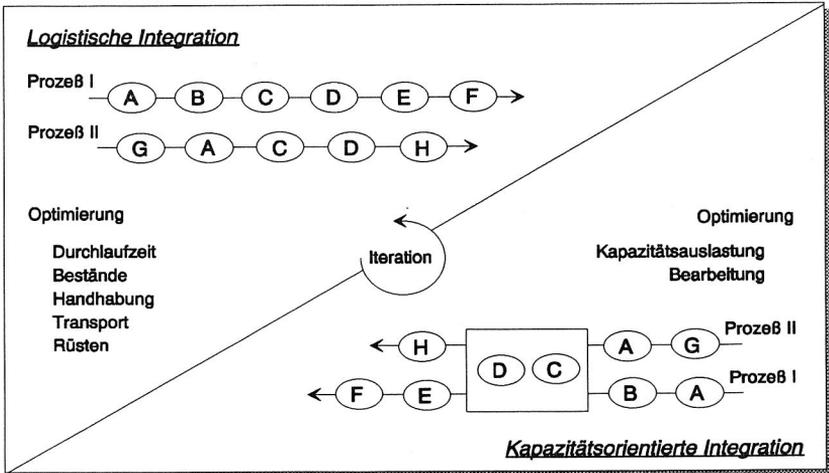


Bild 5.11: Konkurrierende Optimierungsziele bei der Prozeßgestaltung

Nach einer gewissen Anzahl von Optimierungsschritten sollte sich eine Struktur herauskristallisieren, die einen wohlabgestimmten Kompromiß zwischen logistikorientierten und kapazitätsorientierten Optimierungsgesichtspunkten bietet, und deren Realisierung ein effizientes Ablaufen der Kernprozesse garantiert.

In Kapitel 4 wurden Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Kernprozesse eines Unternehmens identifiziert werden können. Diese Kernprozesse müssen hinsichtlich der Struktur der in ihnen enthaltenen Aktivitäten und der dazugehörigen Verknüpfungen untersucht werden. Aufgrund der so gefundenen Aktivitätsstruktur kann das Prozeßmodell im Simulationssystem FACTOR/AIM gebildet werden. Hierzu kann man sich der vordefinierten Symbole aus der Symboldatenbank und soweit wie möglich des schon abgebildeten Referenzmodells für Prozesse der Elektro- und Elektronikindustrie bedienen.

Dabei kann jeder Aktivität genau ein entsprechendes Symbol zugeordnet werden. Die Verknüpfung der Aktivitäten wird in FACTOR/AIM mit dem Aufstellen eines Prozeßplans (Ablaufplans) nachgebildet. Wie auch in der Realität werden in diesem Prozeßplan Arbeitsabläufe mit den dazugehörigen Arbeitsschritten (Aktivitäten) definiert. Die eigentliche Zu-

weisung von Parametern bzw. Merkmalsausprägungen findet bei der Definition der einzelnen Arbeitsschritte statt. Im wesentlichen besteht diese Definition aus der Angabe der Bearbeitungszeit und den für die Ausführung der Aktivität benötigten Ressourcen, wie z.B. der Zuordnung von Maschinen, Arbeitskräften, Transportmitteln oder Pufferbereichen.

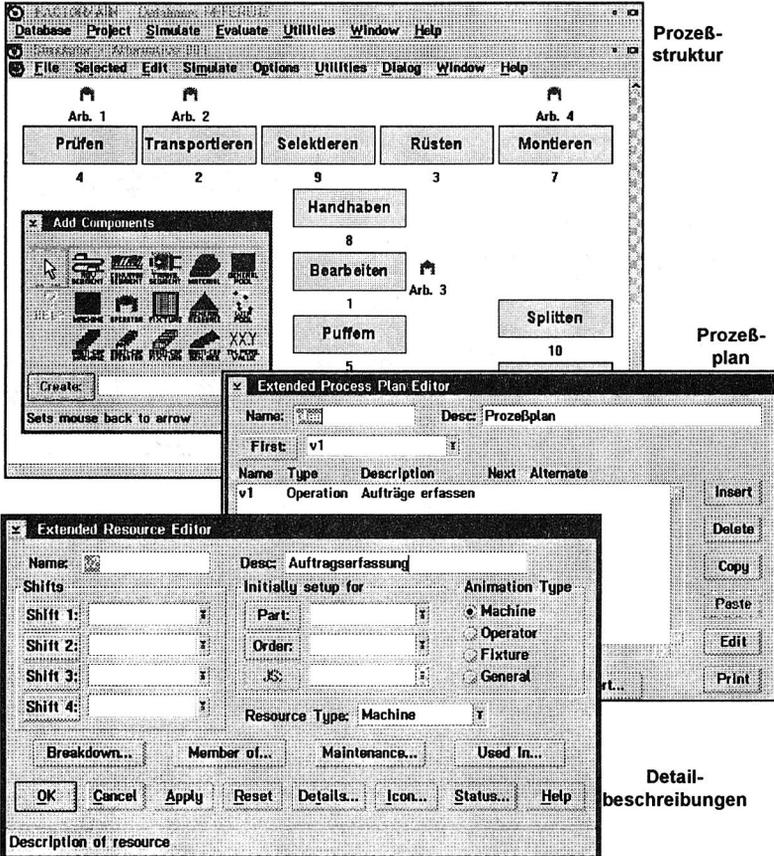


Bild 5.12: Abbilden von Prozessen im Simulationssystem FACTOR/AIM

Prinzipiell ist das so entstandene Simulationsmodell nun vollständig. Zur sinnvollen Durchführbarkeit der Simulation fehlt aber noch eine entscheidende Komponente: die Aufträge. Aufträge lassen sich in FACTOR/AIM relativ einfach definieren. Es besteht die Wahl zwischen einem fest definierten Zeitplan für eintreffende Aufträge oder der Definition eines sich

zyklisch wiederholenden Auftrags. Beide Varianten lassen sich natürlich auch mischen. Es liegt nun im Ermessen des Planers, einen sinnvollen, der Realität angepaßten Auftragsmix zu definieren. Auf die Konsistenz dieses Mixes in Bezug auf reale Geschehnisse sollte besonderes Augenmerk gelegt werden. Hiervon hängt in entscheidendem Maße die Aussagekraft der aus dem Simulationslauf gewonnenen Ergebnisse ab, wie mittlere Bearbeitungszeit und insbesondere mittlere Puffer- und Lagerbestände. Nach einer Prüfung auf innere Konsistenz ist das Modell endgültig bereit für die Durchführung der Simulation.

Zur Auswertung der Ergebnisse bietet FACTOR/AIM verschiedene grafische und tabellarische Möglichkeiten an:

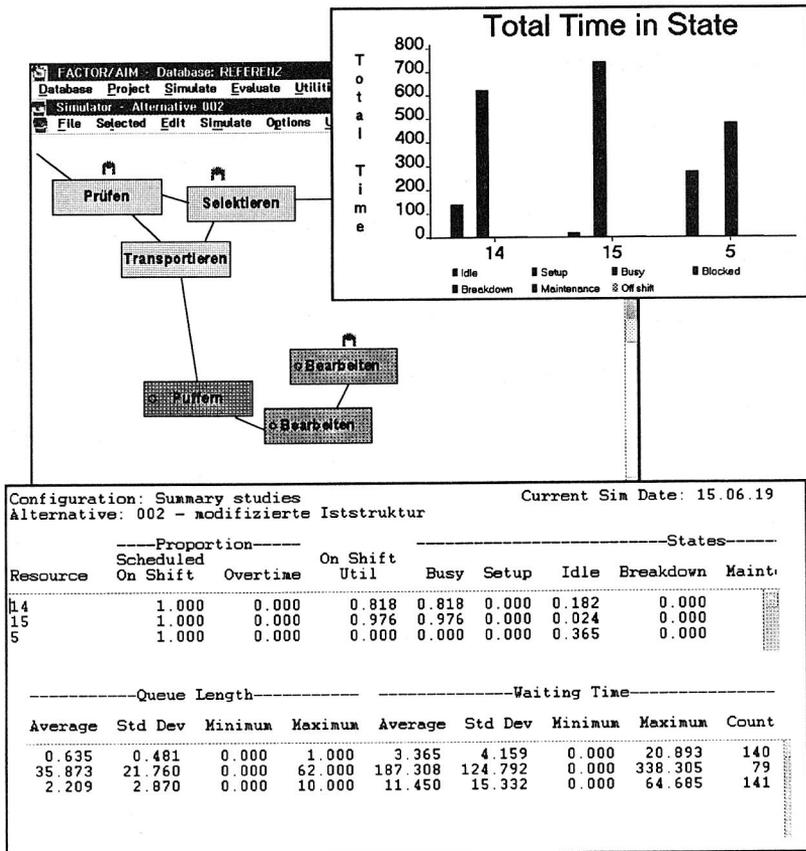


Bild 5.13: Grafische und tabellarische Auswertung der simulierten Prozeßstruktur

Neben der statischen Auswertung nach Abschluß eines Simulationsdurchlaufs können außerdem in dynamischen Diagrammen während der Simulation der Status bzw. numerische Parameter von Ressourcen animiert werden.

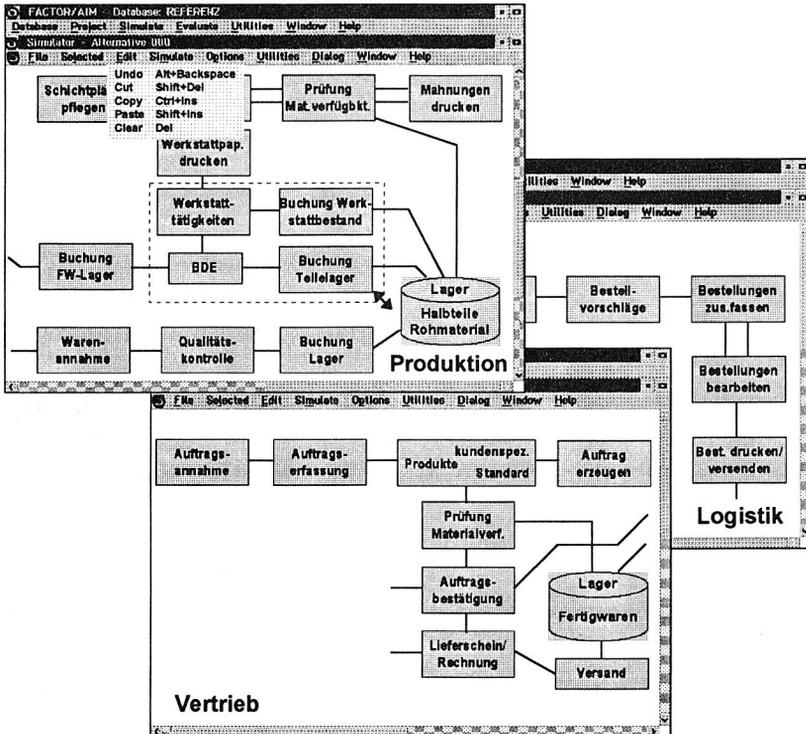


Bild 5.14: Effiziente Systemmodellierung durch Nutzung von Referenzmodellen

Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, besteht mit dem Referenzmodell eine effiziente Struktur für Prozesse in der Elektro- und Elektronikindustrie. Die schrittweisen Veränderungen der Ausgangsstruktur während der Simulation des Modells in FACTOR/AIM sollten deshalb derart vorgenommen werden, daß sich die Struktur der realen Prozesse merklich dem Referenzmodell angleicht. Mit dieser Prämisse lassen sich viele Simulationsalternativen vermeiden, so daß die Durchführungszeit für den gesamten Simulationsvorgang relativ kurz gehalten werden kann.

Die konkrete Veränderung der Ausgangsstruktur erfolgt durch Hinzufügen bzw. Entfernen von Aktivitäten sowie der Anpassung von Merkmalsausprägungen bzw. Parametern. Da die im Referenzmodell genannten Aktivitäten in der Realität meist durch mehrere Teilaktivitäten

realisiert werden, besteht eine wesentliche Aufgabe bei der Veränderung der Ausgangsstruktur im Auffinden von zu einer Aktivität des Referenzmodells „passenden“ Teilaktivitäten. Diese Teilaktivitäten können nun (schrittweise) zu größeren Verbänden zusammengefaßt werden. Daraus lassen sich wiederum Änderungen der Merkmalsausprägungen der einzelnen Teilaktivitäten ableiten. Möglicherweise kann die bisherige Prozeßstruktur sogar so umgestaltet werden, daß einzelne Teilaktivitäten nun zu einer einzelnen Aktivität zusammengefaßt werden können. Dies bedeutet eine Vereinfachung des Arbeitsablaufs in der bisherigen realen Prozeßstruktur.

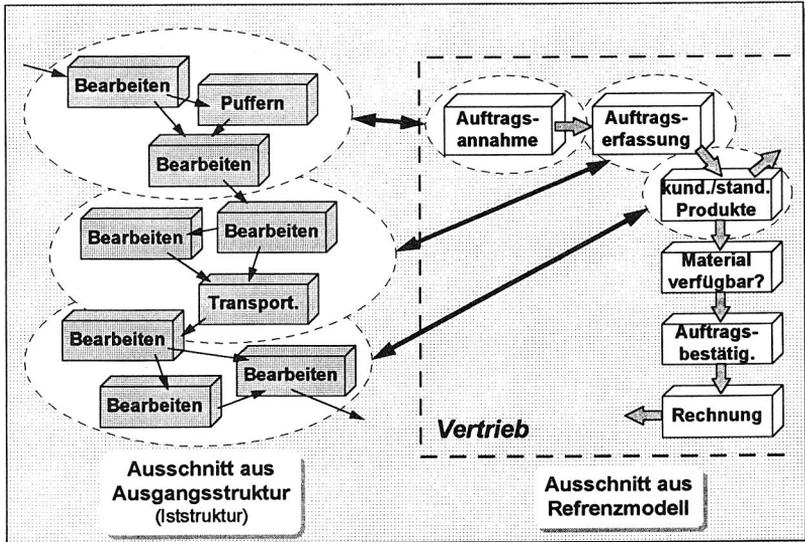


Bild 5.15: Modifikation der Ausgangsstruktur auf Basis des Referenzmodells

Inwieweit sich die Veränderungen der Modellstruktur als (Teil-) Effizienzverbesserungen der realen Struktur bemerkbar machen, kann durch Vergleiche von Kenndaten und Parametern der jeweils aktuellen mit der vorherigen Modellstruktur untersucht werden. Dazu können wiederum die zu FACTOR/AIM gehörenden Berichts- und Diagrammgeneratoren verwendet werden. Sie gestatten einheitliche und übersichtliche Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse verschiedener Simulationsalternativen.

### 5.3 Dezentralisierung von Sekundärleistungen - Outsourcing

Die Nutzeneffekte der Konzentration auf Kernpotentiale können nur bei paralleler Dezentralisierung von Sekundärleistungen erreicht werden. Dezentralisierung ist dabei als unternehmensinterne Organisationsentflechtung wirtschaftlich selbständiger Einheiten in Gestalt von Profit Centers oder Übergang zur Nutzung unternehmensexterner Fertigungs- oder Dienstleistungspotentiale zu verstehen.

Mit der Gestaltung von Profit Centers soll die innerbetriebliche Sekundärleistung auch für externe Partner nutzbar gemacht werden. Dadurch können einerseits bestehende betriebliche Ressourcen besser genutzt werden, andererseits kann aber auch die Wirtschaftlichkeit des Sekundärbereiches mit Schaffung von Wettbewerb besser kontrolliert werden. Durch diese Maßnahme erfolgt quasi ein „innerbetriebliches Outsourcing“ unter Harmonisierung sozialer Randeffekte.

Es gilt weiterhin, im Zuge einer Reduzierung der Fertigungstiefe und Konzentration auf Kernpotentiale verstärkt dezentrale Ressourcen zu nutzen und damit am jeweiligen Standort die Wirtschaftlichkeit der Produktion zu sichern. Nach Einschätzung von Experten [8] wird in Zukunft die internationale Arbeitsteilung erheblich an Bedeutung gewinnen. Dabei haben US-Unternehmen mit Investitionen in Mexiko und japanische Unternehmen mit Engagement in Ostasien längst Maßstäbe gesetzt. Auch am Standort BRD müssen zur Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit entsprechende Potentiale genutzt werden. Hier ergaben sich insbesondere durch den Europäischen Binnenmarkt und die Öffnung der Grenzen nach Osteuropa neue Möglichkeiten.

#### Arbeitskosten in (DM/h)

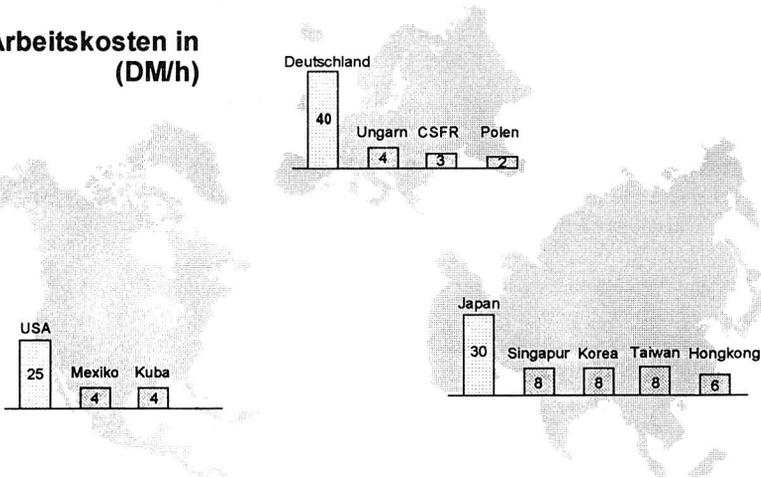


Bild 5.16: Arbeitskosten in der Triade USA, Japan und Europa; Quelle: IddW 1993

Analysiert man die Produktionspotentiale der osteuropäischen Reformländer, so verbleibt die Frage nach der Dauerhaftigkeit der Kostenvorteile bei Produktionskooperationen mit Partnerunternehmen in Zentral-Europa, insbesondere da dort das Lohnniveau bereits vergleichsweise stark angestiegen ist. Insofern wird sich in den nächsten Jahren eine wirtschaftliche Kooperation entwickeln, die mehr und mehr neben den direkten Nachbarn auch die Nachfolgestaaten der früheren UdSSR einschließen wird. Verstärkt wird diese These durch die Tatsache, daß zukünftig nicht nur das nutzbare Produktionspotential im Vordergrund stehen wird, sondern auch mögliche Absatzpotentiale ins Kalkül gezogen werden müssen. Dieser Aspekt wirft die Frage auf, ob man bei der Suche nach Kooperationspartnern nicht gleich noch etwas weiter nach Osten blicken sollte!

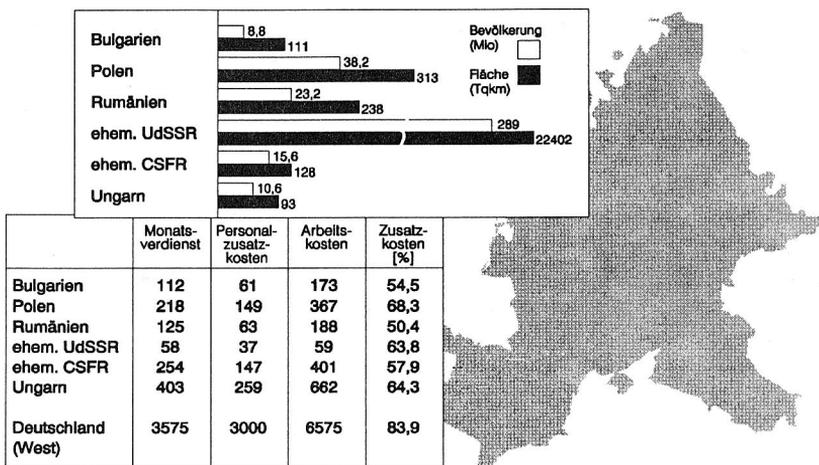


Bild 5.17: Markt- und Produktionspotentiale in Osteuropa [83, 85]

Analysiert man die Handelsbilanz zwischen Deutschland und den Reformländern, so zeigt sich generell ein Handelsbilanzüberschuß aus deutscher Sicht. Hinsichtlich der Warenstruktur sind folgende Merkmale hervorzuheben:

- Die Warenstruktur der Ausfuhren der Reformländer ist durch eine Dominanz technologisch einfacherer Produkte gekennzeichnet. Während Agrar- und Rohstoffsektor an Bedeutung verlieren, nimmt das Gewicht des Industriesektors zu.
- Die Warenstruktur der Einfuhren zeigt Schwerpunkte auf technologisch anspruchsvollen Invest- und Konsumgütern.

Bei der ersten Zusammenarbeit mit Produktionspartnern in den Reformländern wählen die meisten Unternehmen den sicheren Weg auf der Basis von Joint-Ventures. Bild 5.18 bestä-

tigt diese Aussage und weist besonders eine Konzentration auf Rußland und Zentral-Europa aus.

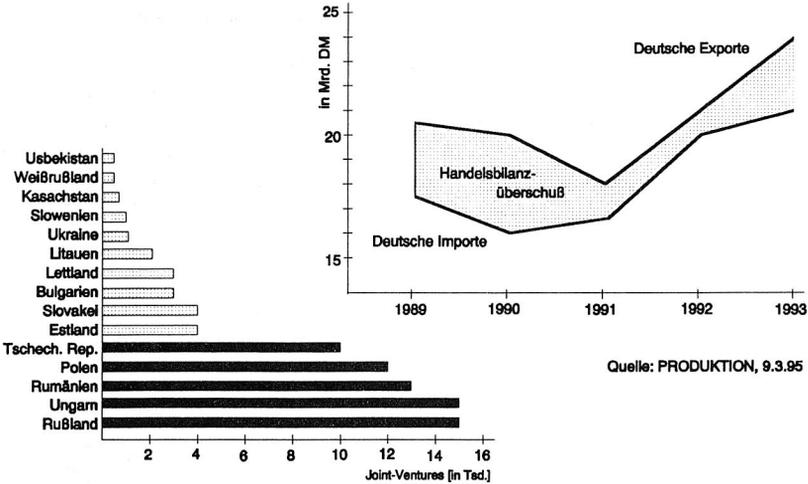


Bild 5.18: Entwicklung der Zusammenarbeit mit osteuropäischen Produktionspartnern

Bild 5.19 beschreibt ein Beispiel zur globalen Fertigungskooperation. Zu beachten sind dabei natürlich stets Rahmenbedingungen wie Logistikaufwand (Wege, Zeit etc.) oder Qualitätsanforderungen (Prüfzeichen?).

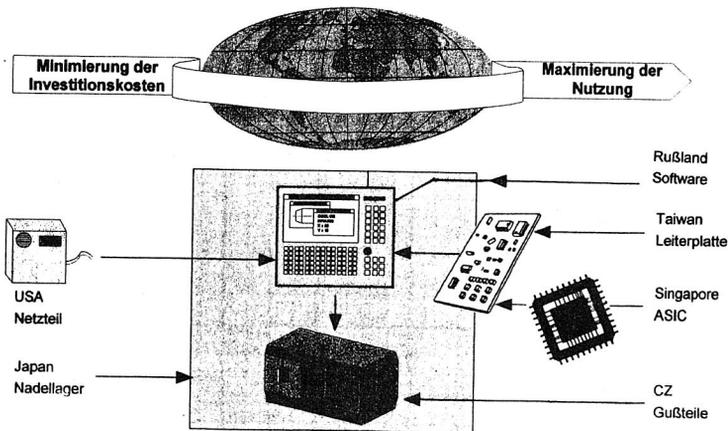


Bild 5.19: Beispiel zur weltweiten Kooperation in der Fertigung [30]

Neben technologischen und logistischen Aspekten nimmt bei der Gestaltung von Produktionsnetzwerken die Kommunikation eine wichtige Position ein. Obwohl verschiedenste elektronische Medien heute weltweit verfügbar sind, bestehen Defizite hinsichtlich der firmenübergreifenden Planung und Steuerung dezentraler Produktionsprozesse.

Grenzen der Kooperation sind zur Zeit vor allem noch in den eingeschränkten Möglichkeiten der Überleitung höherwertiger Technologien zu sehen. Dies wird sich in den nächsten Jahren entwickeln. Andererseits wird bei näherer Betrachtung volkswirtschaftlicher Kennzahlen der Reformstaaten, bei zunehmender Nutzung dieser Ressourcen, sehr schnell ein Kapazitätsproblem auftreten. Schließlich sind heute noch starke Defizite logistischer Natur für vielfältige Probleme der Überleitung verantwortlich.

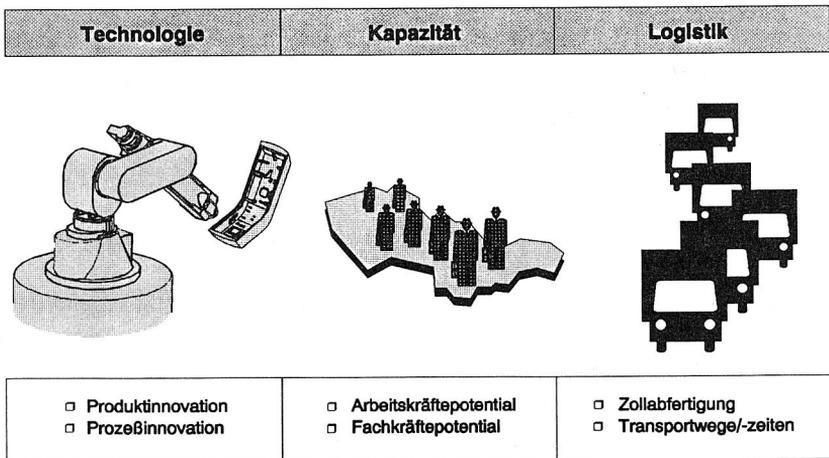


Bild 5.20: Grenzen der Kooperation mit osteuropäischen Produktionspartnern

Mit der Verlagerung von Teilbereichen der Produktion können nicht nur die Kosten am heimischen Standort gesenkt werden, sondern es erfolgt auch eine Verschiebung der Arbeitsstrukturen hin zu hochqualifizierten Aufgabenstellungen. Die Unternehmensfunktionen „Entwicklung“ und „Systemmontage“ nehmen dabei eine Schlüsselposition ein.

Aktuelle Trends weisen als Kernpotentiale von Produktionsunternehmen am Standort Deutschland die Bereiche Entwicklung und Montage aus. Bereiche der Teilefertigung werden vielfach in Billiglohnländer verlagert. Die Entwicklung als Know-how-Potential und die Systemmontage als Schlüsselpotential reaktionsstarker Kundenorientierung verbleiben am Standort. Es bleibt kritisch anzumerken, daß das Wissen zur Entwicklung von Teilen ohne eigene Teilefertigung langfristig in einem Unternehmen kaum gehalten werden kann.

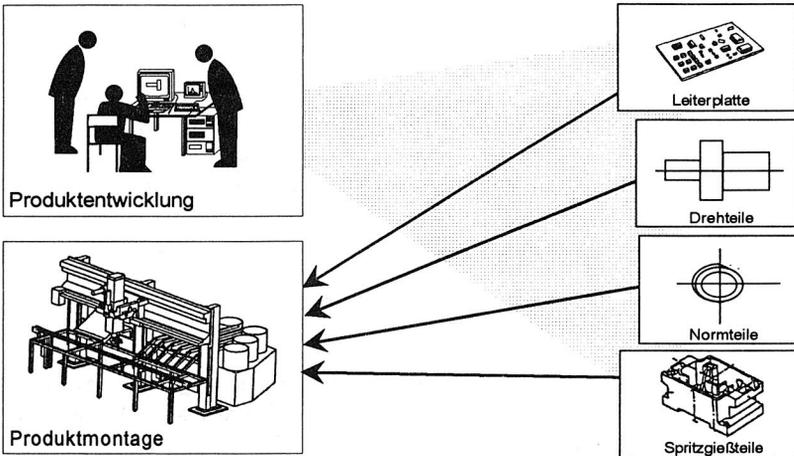


Bild 5.21: Entwicklung und Systemmontage - Kernpotentiale am Standort BRD

Ein typisches Beispiel für die zunehmende Konzentration auf Systemmontage ist die Automobilindustrie. Baugruppen werden nach „minuziösen Fahrplänen“ am Montageband angeliefert und können in Zukunft teilweise sogar vom Lieferanten selbst montiert werden. Im Zuge derartiger Vorgehensweisen entstehen um das Montageunternehmen Industrieparks der Zulieferer.

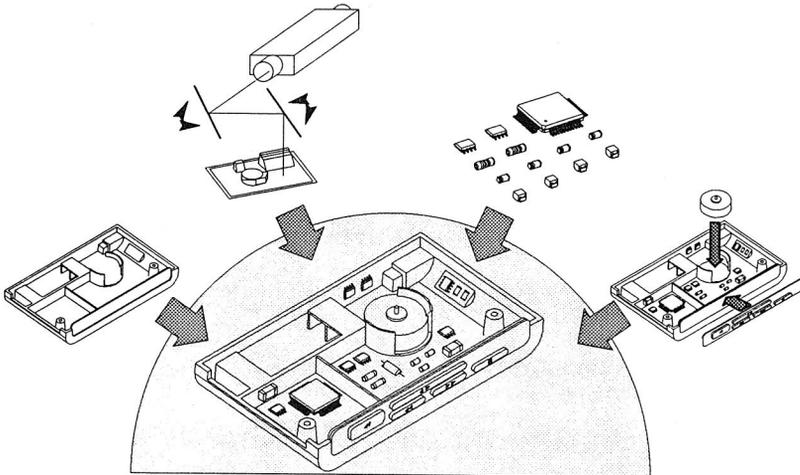


Bild 5.22: Konzentration auf Montage durch Integration elektrischer und mechanischer Funktionen (MID) [36]

Von erheblicher Bedeutung für die Entwicklung dezentraler Produktionsnetze ist der in den letzten Jahren stark einsetzende Strukturwandel durch Elektronik:

Die zunehmende Substitution mechanischer Funktionsträger durch elektrische Komponenten und die damit verbundene Integration elektrischer und mechanischer Funktionen haben weitreichende Auswirkungen auf die Produktionsstrukturen. Dieser Strukturwandel durch Elektronik fördert die Konzentration auf Montage im Sinne der Gestaltung integrierter Montagesysteme für elektronische und mechanische Komponenten (MID-Technik = Molded Interconnect Device).

Bei der MID-Technik erfolgt eine Konzentration auf Montage durch Funktionsintegration. Dagegen kann der angesprochene Strukturwandel durch Elektronik genauso zu einer funktionalen Entflechtung beitragen. Betrachtet man beispielsweise die Entwicklung funktionaler Bausteine einer Drehmaschine, so erkennt man die steigende Bedeutung von Elektronik und Software auf Kosten abnehmender Bedeutung mechanischer Komponenten. Dies führt wiederum zu modularen Baustrukturen und damit zu Möglichkeiten der Nutzung dezentraler Produktionsressourcen in Verbindung mit einer Konzentration auf Systemmontage.

Im folgenden wird ein Konzept zur Identifikation von Sekundärleistungen und Ableitung möglicher Outsourcing-Potentiale vorgestellt.

### 5.3.1 Begriffsklärung

Geht man auf den Ursprung des Ausdruckes zurück, der aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben stammt, so stellt „Outsourcing“ die Kurzform von „Outside Resourcing“ beziehungsweise „Outside Resource Using“ dar [10]. Das bedeutet, daß man sich außerhalb des Unternehmens liegender Quellen bedient, d.h. die Verantwortung für spezifische Leistungen wird auf Externe übertragen.

Aufgrund der allgemeinen Bedeutung kann sich der Outsourcing-Begriff auf das gesamte Leistungsspektrum, also auf Produkte als Sachleistungen und auf Dienstleistungen beziehen. Damit tritt das Problem der Abgrenzung zur „Make or Buy-Kategorie“ auf. Diese wird in der Literatur durchweg als übergeordnet angesehen. Outsourcing stellt folglich nur eine besondere Art, beziehungsweise einen Teil einer „Make or Buy-Entscheidung“ dar.

Weiterhin ergeben sich neben dieser sachlichen Differenzierung Unterschiede im Bezug auf den Entscheidungszeitpunkt.

„Make or Buy-Entscheidungsprozesse“ werden in einem sehr frühen Stadium durchgeführt, oft schon vor Beginn der Entwicklung eines Produktes. Outsourcing Überlegungen hingegen beziehen sich immer auf im eigenen Unternehmen bereits durchgeführte Leistungen; denn nur in diesen Fällen können Überlegungen über eine mögliche Übertragung der Leistungserstellung auf einen Externen angestellt werden. Auch steht ausschließlich die vollständige Verlagerung zur Diskussion, so daß höchstens in der Übergangsphase eine parallele

le Eigen- und Fremdleistungserstellung stattfindet. Bei kurzfristigen „Make or Buy-Entscheidungen“ ist diese Mischform dagegen akzeptiert.

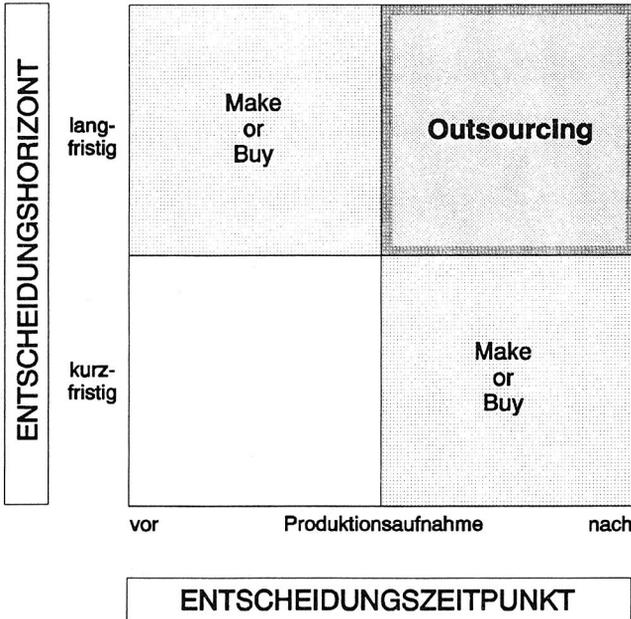


Bild 5.23: Einordnung und Definition des „Outsourcing“

### 5.3.2 Bestimmung von Kernkompetenzen

Die gesicherte Identifikation von Outsourcing-Potentialen soll indirekt über den Umweg der Bestimmung von Kernkompetenzen erfolgen. Alle nicht mit Kernkompetenzen in Relation stehenden Prozesse können als Outsourcing-Potentiale ausgewiesen werden.

#### Identifikation von Kernkompetenzen

Die Strategie eines Unternehmens muß darauf abzielen, basierend auf seinem Erfolgspotential langfristig wirksame Markt- beziehungsweise Wettbewerbsvorteile aufzubauen, die Bestand und Rentabilität der Unternehmung dauerhaft gewährleisten können. Dabei spricht man von einem strategischen Wettbewerbsvorteil, wenn ein Unternehmen in der Wahrnehmung der Kunden in einem für diese wichtigen Leistungskriterium einen Vorteil besitzt, der von der Konkurrenz kurzfristig nicht einholbar ist. Der Ursprung dieser vorteilhaften Leistungskriterien ist in den unternehmensspezifischen Kernkompetenzen zu suchen.

Kernkompetenzen finden letztendlich ihren Niederschlag in Produkten. Deren Absatz am Markt gibt in hohem Maße über die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens Auskunft. Folglich ist es naheliegend, von der Annahme auszugehen, daß sich gerade an den erfolgreichsten Produkten zeigt, ob das Unternehmen über Kernkompetenzen verfügt und diese mit Geschick nutzt.

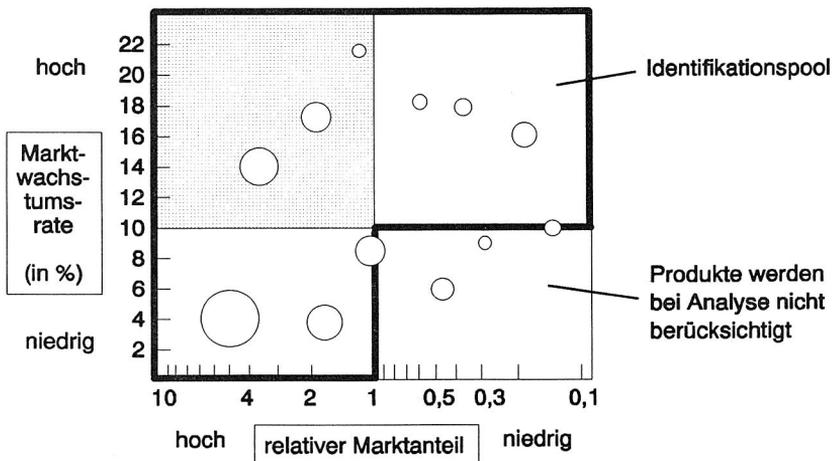


Bild 5.24: Portfoliomatrix zur Bestimmung des Identifikationspools für Kernpotentiale

Zur Analyse des Markterfolgs der Produkte einer Unternehmung kann die Produktportfoliomatrix herangezogen werden. In Bezug auf die Kernpotentialidentifikation ist bei den Produkten anzusetzen, bei denen der Kunde eines Zukunftsmarktes (hohe Marktwachstumsrate und hoher relativer Marktanteil) dem Angebot der Unternehmung den Vorzug gegeben hat. Ist die Anzahl der resultierenden Produkte gering, so kann der Identifikationspool um die sogenannten Präferenzprodukte (hoher relativer Marktanteil bei stagnierender Marktwachstumsrate) und gegebenenfalls auch um die sogenannten Newcomer (geringer relativer Marktanteil aber hohe Marktwachstumsrate) erweitert werden.

Nach Abschluß der Produktklassifizierung gehören dem Identifikationspool die erfolgreichsten Produkte des Unternehmens an. Deren Leistungserstellungsprozeß muß nun über alle Stufen der

- Produkt-/Prozeßentwicklung,
- Produktion und
- Auftragsabwicklung mit Kundenbetreuung

auf Gemeinsamkeiten hin untersucht werden. Als Hilfsmittel dienen dabei Stücklisten, Zeichnungen, Arbeitspläne und sofern vorhanden besonders Dokumentationen des Qualitätsmanagements nach ISO 9000ff.



*Stabilität von Kernkompetenzen*

Im Rahmen einer Marktanalyse wird die Wettbewerbsumwelt des Unternehmens in die Betrachtung einbezogen. Dahinter steht der Gedanke, daß es strategisch zu kurz greift, sich bei der Identifikation der Kernkompetenzen nur intern auf die eigenen Stärken zu konzentrieren und nur diese Fähigkeiten auszubauen. Denn aufgrund der Langfristigkeit des Kernkompetenzaufbaus besteht die Gefahr, daß die Anpassungszeit für notwendige Reaktionsmaßnahmen auf veränderte Rahmenbedingungen der Umwelt zur konsequenten Entwicklung von Kernkompetenzen nicht zur Verfügung steht. Somit besteht gleichzeitig die Notwendigkeit, zukünftige Entwicklungen am Markt, beim Kunden und bei der Konkurrenz möglichst frühzeitig abzuschätzen und sich auf die in Zukunft erfolgsentscheidenden Fähigkeiten zu konzentrieren.

Deshalb sind unter Berücksichtigung der unternehmensspezifischen Ausgangssituation und der Interessen der Marktteilnehmer „kritische Erfolgsfaktoren“ zu ermitteln. Denn es gibt für ein Unternehmen externe Anforderungen, deren zufriedenstellende Erfüllung den Erfolg eines Unternehmens sichert. Gelingt es einem Unternehmen, bestehende Kernkompetenzen zu verfeinern beziehungsweise neue Kernkompetenzen aufzubauen, die die externen Anforderungen erfüllen, so erhöht sich die Erfolgs- und damit Überlebenswahrscheinlichkeit eines Unternehmens.

Fähigkeiten kritische Erfolgsfaktoren	Gew.	F1	F2	F3	F4	...	Fn	KEF-Wert
KEF 1								
KEF 2								
KEF 3								
KEF 4								
:								
KEF m								
<b>Fähigkeitswert</b>								
Ranking								

Hinweis auf Stabilität der Kernkompetenzen

Identifikationsmatrix

Bild 5.26: Überprüfung der Stabilität von Kernkompetenzen

Die Ermittlung von „kritischen Erfolgsfaktoren“ muß an den globalen Erfolgsfaktoren Zeit, Qualität und Kosten ansetzen und diese so verfeinern, daß sie einer Bewertung zugänglich sind. Dabei ist es hilfreich, Berichte des Vertriebs, Reklamationsaufzeichnungen, Messeberichte, Branchenstudien, Testberichte in Fachzeitschriften sowie sonstige Quellen auszuwerten. Beispielsweise können für die Kunden Garantieleistungen, Preis, Lieferzeit, Produktqualität, -gewicht und -größe, Entwicklungspotential sowie Flexibilität im Hinblick auf

Kundenwünsche oder auch Faktoren wie Umweltschutzorientierung jetzt und in Zukunft besonders wichtig sein. Zur Ermittlung der Stabilität der Kernkompetenzen müssen die analysierten „kritischen Erfolgsfaktoren“ der im Rahmen der Produktanalyse aufgestellten Fähigkeitsliste gegenübergestellt werden. Hierzu werden die Fähigkeiten auf ihren Erfüllungsgrad bezüglich der „kritischen Erfolgsfaktoren“ untersucht, indem die interne und die externe Komponente der Kernkompetenzen in der Identifikationsmatrix zusammengeführt werden. Dadurch wird die dauerhafte Kundenwirkung der aus dem Fähigkeitenpool herauszudestillierenden Kernkompetenzen sichergestellt.

Die in der linken Spalte (Bild 5.26) stehenden „kritischen Erfolgsfaktoren“ können gemäß ihres Bedeutungsgrades und ihres Einflußpotentials auf den zukünftigen Markterfolg der Unternehmung gewichtet werden. Anschließend sind die zur Analyse stehenden Fähigkeiten daraufhin zu beurteilen, inwieweit sie den „kritischen Erfolgsfaktoren“ genügen. Da es sich bei „kritischen Erfolgsfaktoren“ um qualitative Ziele handelt, deren Zielerfüllungsgrad größtenteils nicht absolut gemessen werden kann, ist eine vergleichende, relative Beurteilung erforderlich.

Damit ist nur feststellbar, daß eine Fähigkeit besser zur Erfüllung eines „kritischen Erfolgsfaktors“ geeignet ist als eine andere, nicht aber, um wieviel besser der Erfüllungsgrad exakt ist. Die Validität des Ergebnisses ist dennoch gegeben.

Eine weitere Frage ist, wie viele verschiedene Punktwerte zur Beurteilung des Erfüllungsgrades vorgesehen werden sollen. Da sich in der Praxis die Anwendung von fünf Punktwerten als Kompromiß ergeben hat, sollte man eine Bewertungsskala anwenden, die von „keine Zielerfüllung“ (0 Punkte) bis „ausgezeichnete Zielerfüllung“ (5 Punkte) reicht.

Nach Durchführung der Bewertung kann die Interpretation der Identifikationsmatrix sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung erfolgen. Dabei ergeben die Summen der mit den jeweiligen Gewichten multiplizierten Einträge einer Spalte die Fähigkeitswerte, die ein Maß für die Dauerhaftigkeit der Fähigkeiten darstellen. Aus den Fähigkeitswerten wird eine Rangfolge ermittelt, wobei aufgrund der zahlenmäßigen Begrenzung der Kernkompetenzen die besten Fähigkeiten zu Kernkompetenzen hoher Stabilität erklärt werden.

Der für den jeweiligen „kritischen Erfolgsfaktor“ durch Multiplikation des Gewichtungsparmeters mit der Zeilensumme ermittelte KEF-Wert drückt aus, in welchem Maße die Fähigkeiten den jetzigen und zukünftigen Marktanforderungen gerecht werden. Mit Hilfe des maximalen KEF-Wertes, der sich aus der Multiplikation des Gewichtungsfaktors mit dem n-fachen des Maximalpunktwertes ergibt, läßt sich die Fähigkeitslücke bezüglich des optimalen Erfüllungsgrades der „kritischen Erfolgsfaktoren“ bestimmen, wodurch die Schnittstelle zur Kompetenzplanung gebildet wird.

### *Wettbewerbsfähigkeit von Kernkompetenzen*

Den abschließenden Schritt im Rahmen des Bestimmungsprozesses von Kernkompetenzen stellt der Kompetenzprofilvergleich dar. Dabei soll die relative Stärke einzelner Kernkom-

petenzen über mehrere Unternehmen hinweg verglichen werden. Der Profilvergleich ist als Gegenprobe angelegt, da die bereits identifizierten Kernkompetenzen über eine Analyse der erfolgreichsten Produkte gewonnen wurden und somit die relative Stärke implizit enthalten ist. Jedoch kann eine Gegenprobe dazu dienen, die Konkurrenz unter dem Gesichtspunkt des Kernkompetenzenansatzes zu sehen und dadurch die Überzeugung von den eigenen Kernkompetenzen zu stärken.

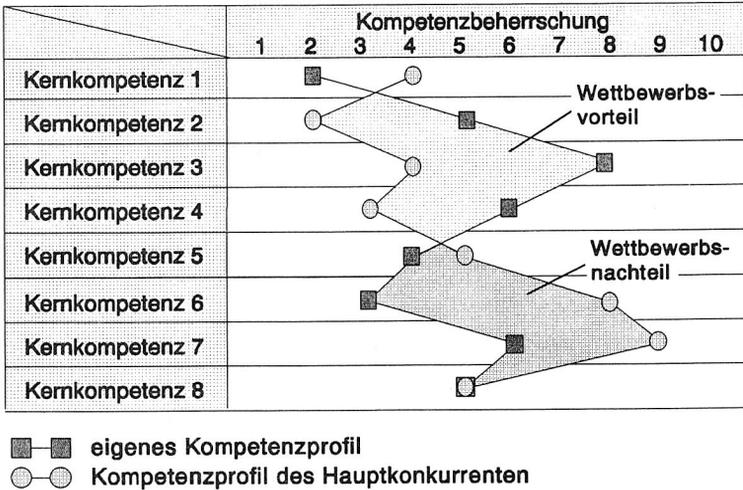


Bild 5.27: Kompetenzprofil-Vergleich mit Wettbewerbern

Die Bestimmung des Kompetenzprofils von Wettbewerbern gestaltet sich in der Regel sehr schwierig. Hierbei kann meist nur auf die Rekonstruktion von Konkurrenzprodukten und die Auswertung externer Quellen wie Veröffentlichungen in Fachzeitschriften oder Berichte von Marktforschungsinstituten zurückgegriffen werden. Wirklich entscheidende Anregungen und Ideen finden sich oftmals bei Spezialisten einer anderen Branche, die zu den Besten gehören. Darüberhinaus gestaltet sich die Informationsbeschaffung über Nicht-Konkurrenten erheblich einfacher als über Unternehmen der direkten Konkurrenz. Damit besteht die Möglichkeit nicht nur einen Kompetenzprofilvergleich mit dem Wettbewerber durchzuführen, sondern die Fähigkeiten des eigenen Unternehmens branchenübergreifend zu bewerten. Der Vorteil besteht darin, daß durch die ausschließliche Betrachtung von Wettbewerbern allenfalls ein Gleichstand mit diesen erzielt werden kann. Der Vergleich mit branchenfremden Spezialisten bestimmter Aktivitäten und Prozesse kann zu neuen Anregungen führen und damit innerhalb der eigenen Branche Wettbewerbsvorteile hervorbringen.

Die identifizierten Vergleichsprofile von branchenfremden und branchenzugehörigen Spitzenunternehmen können entsprechend obiger Darstellung (Bild 5.27) übersichtlich vergli-

chen werden. Auf der Grundlage dieser Darstellung kann die Tragfähigkeit eines Kompetenzvorsprungs abgeschätzt werden, aber es können auch eigene Kompetenzlücken und der Grad deren Ausprägung aufgedeckt werden.

### **5.3.3 Identifikation der Outsourcing-Potentiale**

Es müssen erst die für das Outsourcing geeigneten Objekte (Produkte und Verfahren) identifiziert werden. Weiterhin ist die Bereitstellung eines geeigneten Instrumentariums zur quantifizierten Bewertung der Outsourcing-Potentiale erforderlich. Dazu bedarf es neben einer Betrachtung der Kostenpotentiale auch einer Bewertung der Anforderungen und Leistungsmerkmale zukünftiger Kooperationsbeziehungen.

#### *Ableitung potentieller Outsourcing-Objekte*

Wie gezeigt wurde, gründen echte Wettbewerbsvorteile in Kompetenzen, die keinem Wettbewerber ohne weiteres zugänglich sind. Daraus läßt sich jedoch auch folgern, daß Leistungen eines Unternehmens, die nicht auf dessen Kernkompetenzen basieren und daher nicht wettbewerbsrelevant sind, potentiell von anderen Unternehmen erstellt und aufgrund von möglichen Kompetenzvorteilen des externen Anbieters zu einem besseren Preis-Leistungs-Verhältnis auf dem Markt angeboten werden können. Damit kann also das gesamte Leistungsspektrum eines Unternehmens, das nicht auf dessen Kernkompetenzen beruht, extern günstiger erstellt werden und somit für Outsourcing-Maßnahmen zur Verfügung stehen.

Für die Ermittlung von Outsourcing-Potentialen muß daher der Analyseumfang alle Leistungserstellungsprozesse umfassen, die nicht auf Kernkompetenzen des Unternehmens beruhen. Da die Potentialidentifikation vor dem Hintergrund einer späteren Realisierung durchgeführt wird, sind die Analyseobjekte so zu wählen, daß im Falle einer hohen Outsourcing-Attraktivität deren Verlagerung auch durchgeführt werden kann. Um dieser Bedingung zu genügen, müssen bei der Definition von Analyseobjekten die nachfolgend aufgeführten Restriktionen [11] berücksichtigt werden.

Es ist nicht unmittelbar ersichtlich, daß Outsourcing-Betrachtungen nicht atomar, d.h. auf Basis einzelner Aktivitäten, getroffen werden können. Vielmehr sind derartige Betrachtungen anhand von marktfähigen Leistungen anzustellen, da eine Leistung sinnvoll nur dann extern bezogen werden kann, wenn sie überhaupt marktfähig ist. Dem Kriterium der Marktfähigkeit kann innerhalb des Unternehmens Rechnung getragen werden, indem man Leistungsstufen, d.h. jeweils eine Menge von Aktivitäten, die zur Erstellung einer marktfähigen Leistung, wie zum Beispiel eines Bauteils, notwendig sind, als kleinste Einheit für ein Analyseobjekt definiert.

Technologisch bedingte Beschränkungen beruhen auf der Produkt- und der Produktionstechnologie. Solche Restriktionen haben zur Folge, daß bestimmte Aktivitäten oder Teilprozesse nicht getrennt werden können. Weitere durch solche Gesetzmäßigkeiten verur-

sachte Einschränkungen des Aktionsraums treten dann auf, wenn Ergebnisse von Teilprozessen nicht lager- oder transportfähig sind, was eine externe Verarbeitung ausschließt.

		Produkte									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
Vorleistungen	Teilprozesse										
	Entwicklung	■	■	■	■	■	■	□	□	■	
	Konstruktion	□	■	■	■	□	■	□	■	■	
	Verfahrensplanung	■	□	□	□	■	■	□	■	■	
	Werkzeugbau	■	■	■		■	■	□	■	■	
Repetitive Leistungen	Lager	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
	Stanzen/Biegen	■	■	■	■	■	■	□	■	■	
	Entfetten	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
	Galvanisieren	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
	Spritzguß	■	■	□	□	■	■	□	■	■	
	THD-Bestückung			□	□			□		□	
	SMD-Bestückung	■	■	■	■	■	■	□	■	■	
	Löten	■	□	■			□		■	■	
	Gerätemontage	■	■	■	■	■	■	□	■	■	

■ auf Kernkompetenz basierend    □ nicht auf Kernkompetenz basierend

Bild 5.28: Darstellung von Outsourcing-Potentialen mit der Produkt-Prozeß-Matrix

Der Aktionsraum für Outsourcing-Betrachtungen wird von den Dimensionen Produkte und Prozesse einer Unternehmung aufgespannt. Ein Produkt spiegelt das Ergebnis des Leistungserstellungsprozesses wieder, der sich seinerseits aus mehreren Teilprozessen zusammensetzt. Da ein Prozeß auch mehreren Produkten dienen kann, läßt sich der Produkt-Prozeß-Zusammenhang anschaulich mit Hilfe einer Matrix darstellen (Bild 5.28).

In der Matrix können die zur Leistungserstellung eines Produktes benötigten Prozesse markiert werden, wobei diejenigen Produkt-Prozeß-Felder, die auf einer der festgestellten Kernkompetenzen basieren, besonders hervorgehoben werden sollten. Ob ein Feld auf einer Kernkompetenz basiert, kann anhand der im Rahmen von Kapitel 5.3.2 gewonnenen Aufzeichnungen leicht festgestellt werden. Die noch verbleibenden Aktivitäten tragen nicht zu einem signifikanten Wettbewerbsvorteil des Unternehmens bei und stehen für eine tiefere Outsourcing-Analyse zur Verfügung.

*Quantifizierung der Outsourcing-Potentiale*

Nach der Identifikation möglicher Outsourcing-Potentiale sind die betroffenen Sekundärpotentiale in ihrer Struktur zu ermitteln und Nutzeneffekte einer Verlagerung quantitativ abzuschätzen.

Es gilt, das unternehmensspezifische Aktivitätsnetz, den Beziehungszusammenhang zwischen Ressourcen, Prozessen und Produkten, möglichst detailliert aufzudecken. Ein geeignetes Verfahren zur strukturellen Identifikation und quantifizierten Analyse der relevanten Geschäfts- und Produktionsprozesse wurde bereits in Kapitel 4 vorgestellt. Damit kann das Entscheidungskriterium „Kosten der eigenen Leistungserstellung“ in *direkten* und *indirekten* Bereichen eindeutig gefaßt werden.

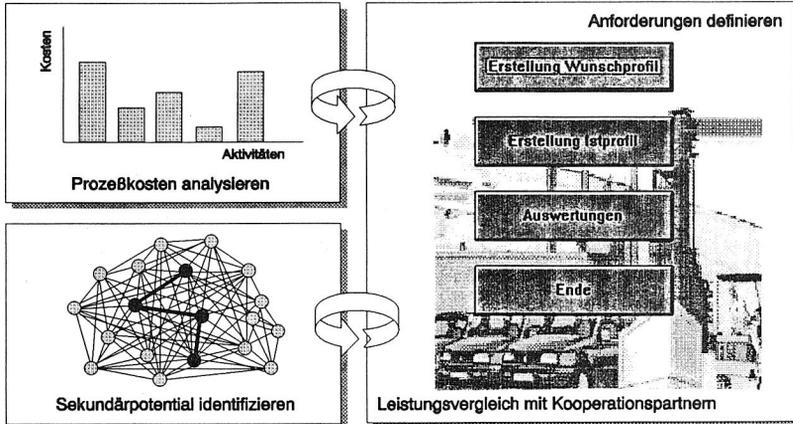


Bild 5.29: Vorgehen bei der Quantifizierung von Outsourcing-Potentialen

Weiterhin sind die Anforderungen an mögliche Kooperationspartner zu definieren und nach den relevanten Kriterien zu bewerten. Zur Quantifizierung des Leistungsvergleiches wird eine Eignungskennzahl für den jeweiligen Kandidaten ermittelt. Das vorgeschlagene Vorgehen wurde durch ein entsprechendes Softwaretool („SEARCH“) unterstützt.

SEARCH stellt verschiedene Funktionen zur „Erstellung von Lieferantenwunschprofilen“, „Archivierung von Lieferantenbewertungen“ und „Auswahl geeigneter Kooperationspartner“ zur Verfügung. Bei der Auswahl von Kooperationspartnern empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

Die Anforderungen an den zukünftigen Produktionspartner sind zunächst in einem „Wunschprofil“ zu dokumentieren. Dabei sind für die Vorauswahl K.o.-Kriterien festzulegen. Die Bedeutung der einzelnen Anforderungen ist mittels Gewichtungsfaktoren fein zu spezifizieren.

Auf der Basis der K.o.-Kriterien kann nun mit Unterstützung einschlägiger Datenbanksysteme (z.B. Datenbanken von Industrie- und Handelskammern) eine grobe Vorauswahl möglicher Kandidaten getroffen werden. Diese sind weiterhin im Rahmen von gegenseitigen Firmenbesuchen genau nach den relevanten Anforderungen zu durchleuchten.

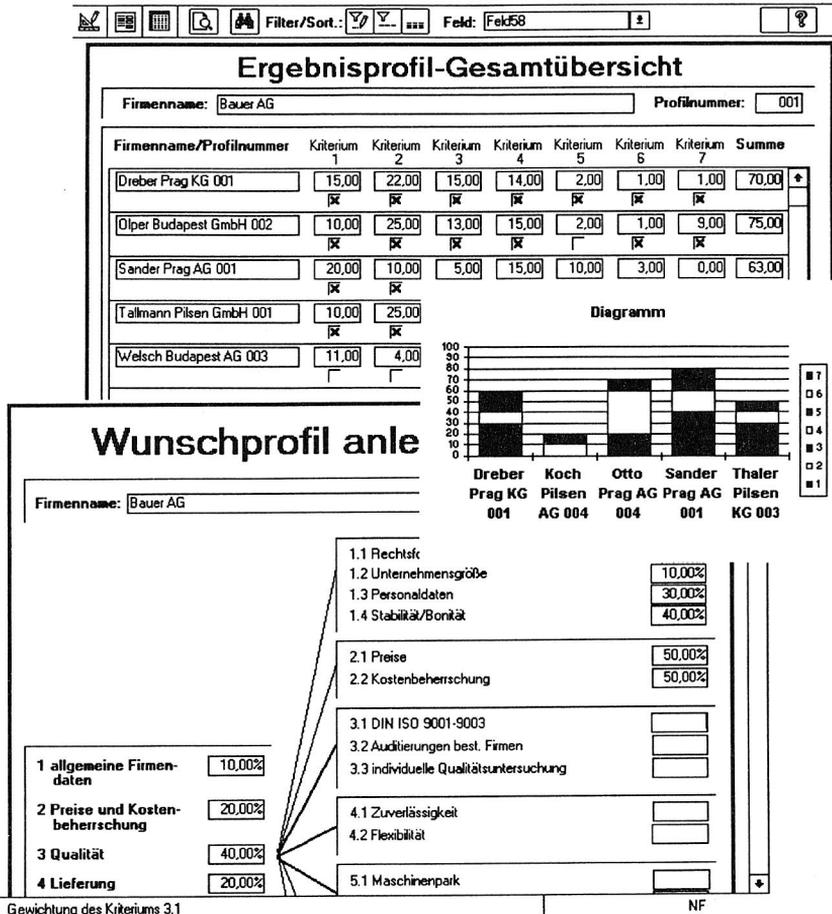


Bild 5.30: Softwaretool zur Bewertung und Auswahl von Kooperationspartnern

Die Durchführung und Ergebnisdokumentation dieser Lieferantenbewertungen wird effizient von SEARCH unterstützt. Das rechnergestützte Werkzeug kann in dieser Phase als Informationssystem genutzt werden.

Abschließend soll nun die entscheidende Auswahl des geeigneten Kooperationspartners durchgeführt werden. Dazu erfolgt eine rechnergestützte Gegenüberstellung des Wunschprofils mit den Lieferantenbewertungen. Als Ergebnis wird für jeden Kandidaten unter Berücksichtigung der vorgenommenen Anforderungsgewichtung eine Eignungskennzahl berechnet (vgl. Bild 5.30).

### 5.3.4 Beispiel - Gestaltung des Sekundärbereiches „Werkzeugbau“

Als klassische Aufgabenstellung zur Gestaltung eines Sekundärbereiches soll eine Verifikation der Methodik am Beispiel „Werkzeugbau“ erfolgen.

Bei vorliegendem Beispielunternehmen ist der Werkzeugbau in der Hauptabteilung Produktion eingegliedert. Aufgrund der hohen Personal- und Betriebsmittelkosten im Werkzeugbau stellt sich für das Management die Frage nach einer Dezentralisierung dieser Funktion. Im Rahmen dieses Beispiels soll erläutert werden, durch welche organisatorischen Maßnahmen das „Profit Center Werkzeugbau“ gestaltet werden kann.

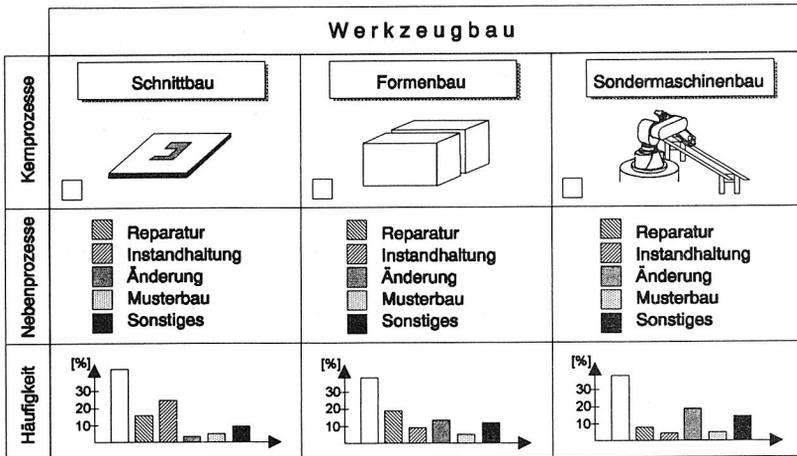


Bild 5.31: Prozesse im Werkzeugbau

Analysiert man die im Werkzeugbau ablaufenden Prozesse nach Häufigkeit in Zeitanteilen, so treten als Kernprozesse der Schnittbau, der Formenbau und der Sondermaschinenbau hervor. Zum besseren Verständnis sei angemerkt, daß es sich hierbei nur um Kernprozesse aus Sicht der Organisationseinheit Werkzeugbau handelt. Aus Unternehmenssicht wären natürlich auch Schnittbau, Formenbau und Sondermaschinenbau nur Teilprozesse, beispielsweise im Rahmen des Kernprozesses Prozeßentwicklung. Weitere Nebenprozesse sind Reparatur, Instandhaltung, Änderungen und Musterbau.

#### Analyse der technischen Auftragsabwicklung

Analysiert man die technische Auftragsabwicklung im Werkzeugbau nach Fachbereichen, so sind die Funktionen Werkzeugkonstruktion, Arbeitsvorbereitung, Vorfertigung, Montage und Test (Technikum) zu unterscheiden. Auftraggeber ist in diesem Fall für Schnittwerkzeuge die Metallfertigung, für Formen die Kunststofffertigung und für Sondermaschinen die

Montage. Bild 5.32 zeigt exemplarisch die Struktur des Kernprozesses „Schnittbau“ nach Fachbereichen und Aktivitäten.

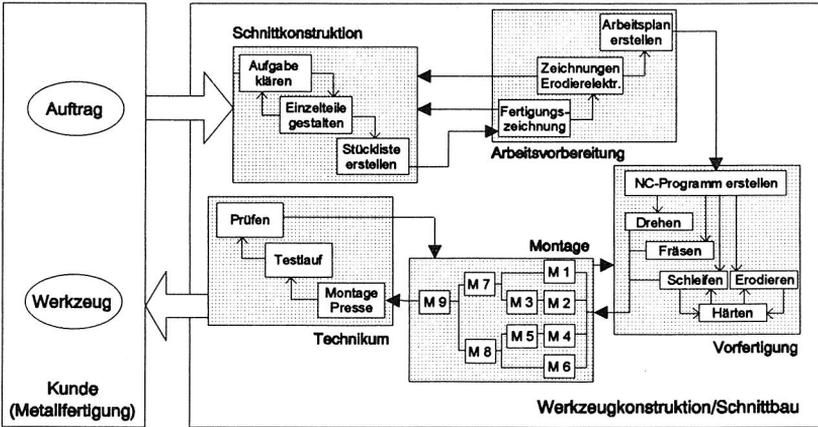


Bild 5.32: Prozeßstruktur nach Fachbereichen und Aktivitäten am Beispiel Schnittbau

Eine quantifizierte Analyse der Kernprozesse weist die wesentlichen Problemfelder aus:

- Durch die sehr geringe Auslastung kapitalintensiver CNC-Maschinen ergeben sich sehr hohe Maschinenstundensätze und nicht wettbewerbsfähige Kosten der Eigenfertigung.

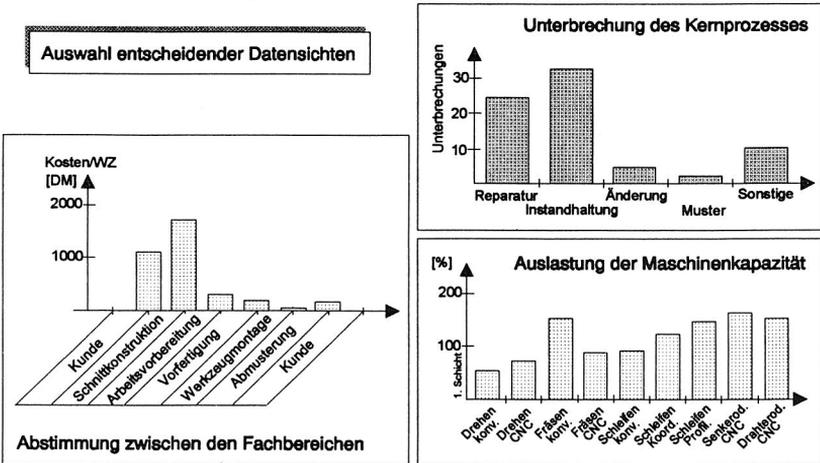


Bild 5.33: Quantifizierte Prozeßanalyse am Beispiel Schnittbau

- Die Durchlaufzeiten bei der Anfertigung von Neuwerkzeugen leiden unter einer Vielzahl von Unterbrechungen durch Nebenprozesse und führen damit zu schlechter Termintreue bzw. machen eine Terminplanung ganz unmöglich.
- Schließlich führt auch die organisatorische und räumliche Trennung der Werkzeugkonstruktion vom Werkzeugbau zu großen Koordinationsproblemen und nicht zuletzt mangelnder Fertigungsgerechtigkeit der technischen Unterlagen.

#### *Gestaltung des Profit Center „Werkzeugbau“*

Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit des Werkzeugbaus ist die Orientierung auf firmeninterne und firmenexterne Kunden durch Senkung der Durchlaufzeiten für Neuwerkzeuge mit exakter Terminplanung (Kernprozesse) zu verbessern und eine hohe Reaktionsfähigkeit bei Nebenprozessen wie Reparatur, Instandhaltung, Änderungen und Musterbau anzustreben. Desweiteren sind die Kosten im Bereich Werkzeugbau eklatant zu senken.

- Integration der Werkzeugkonstruktion

Die Werkzeugkonstruktion soll integriert werden in den Werkzeugbau um den Koordinierungsaufwand zwischen beiden Funktionen zu reduzieren. Außerdem wird damit der Werkzeugbau grundsätzlich dazu befähigt, als Profit Center seine Dienstleistung am Markt auch anderen Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

- Dezentralisierung von Reparatur und Instandhaltung

Die Bereiche Reparatur und Instandhaltung sollen aus dem Verbund Werkzeugbau ausgegliedert werden und der Vorfertigung direkt vor Ort zur Verfügung stehen. Für den Werkzeugbau resultiert dadurch der Nutzeffekt, daß Kernprozesse weniger häufig durch diese Nebenprozesse unterbrochen werden. Der Kernprozeß wird terminlich planbar. Der Umrüstaufwand an CNC-Maschinen kann erheblich gesenkt werden. Die Hauptzeitanteile werden erweitert. Für die Vorfertigung ergibt sich neben verkürzten Reaktionszeiten bei Werkzeugausfällen die besondere Möglichkeit der Integration des Reparatur-/Instandhaltungspersonals in den Wertschöpfungsprozeß. Diese Mitarbeiter können z.B. über Prämien am Output der Vorfertigung beteiligt werden, wodurch präventive Maßnahmen unterstützt werden. Die Verfügbarkeit der Anlagen in den Vorfertigungsbereichen wird erhöht.

- Etablierung einer Fertigungssteuerung

Die Einführung der Funktion Fertigungssteuerung dient der Termin- und Kapazitätsplanung. Damit sollen die Ressourcen des Werkzeugbaus besser genutzt und die Termintreue verbessert werden.

- Einführung von Schichtmodellen

Insbesondere bei kapitalintensiven CNC-Maschinen ergeben sich bei Nutzung im Einschichtbetrieb sehr hohe Bedienstundensätze. Schichtmodelle sollen an dieser Stelle kosten-

senkend wirken. Grundvoraussetzung dabei ist allerdings eine Verbesserung der Auftragslage und damit ein häufigerer Anstoß der Kernprozesse.

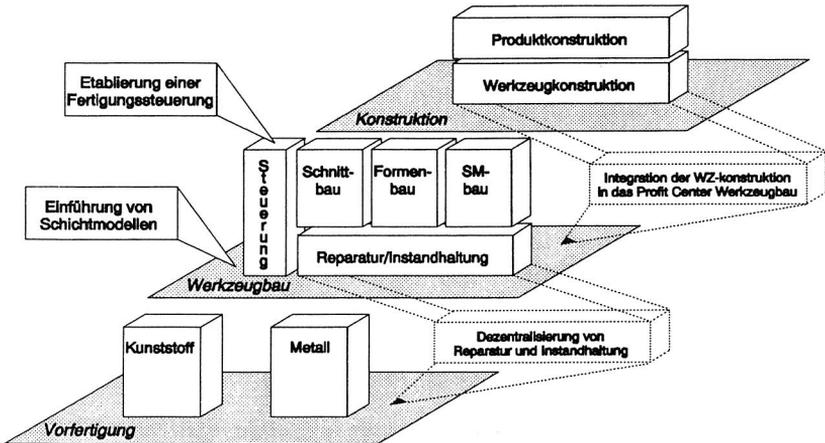


Bild 5.34: Gestaltung des Profit Center „Werkzeugbau“

Mit diesen organisatorischen Maßnahmen wurde die Bildung einer dezentralen, autonomen Einheit in Form eines „Profit Center Werkzeugbau“ unterstützt. Das Profit Center stellt fortan seine Dienstleistung nicht nur firmenintern, sondern auch am Markt zur Verfügung. Einerseits werden damit Möglichkeiten besserer Ressourcennutzung durch häufigeren Anstoß der Kernprozesse geschaffen, andererseits ist das gesamte System selbstregulierend, da auch firmeninterne Kunden verstärkt Werkzeuge am freien Markt anfordern werden, und damit das Profit Center im freien Wettbewerb zu wirtschaftlichem Handeln gezwungen ist.

## 6 Regelung von Kernprozessen

Mit den bisherigen Ausführungen wurde der Weg zur Analyse und Gestaltung der Kernprozesse eines Unternehmens beschrieben. Die resultierenden Strukturierungskonzepte gewährleisten ein hohes Maß an Effizienz gemessen an den aktuell vorliegenden Rahmenbedingungen.

Diese unterliegen aber insbesondere in der Elektro- und Elektronikindustrie einer starken Dynamik. Zur Sicherung der Leistungsfähigkeit der erarbeiteten Organisationsmodelle sind deshalb weiterhin kontinuierlich prozeßorientierte Leistungsparameter aufzunehmen und den Entscheidungsträgern auf allen Prozeßebenen zur Verfügung zu stellen. Damit soll jeder Entscheidungsträger innerhalb des Aktivitätsnetzes „Kernprozeß“ mit Werkzeugen zur Unterstützung und Realisierung selbstoptimierender Verhaltensmuster im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ausgestattet werden.

### 6.1 Systemregelung durch kontinuierliche Verbesserungsprozesse

Innerhalb einer Unternehmung können meist mehrere Kernprozesse unterschieden werden. Diese können wiederum in Teilprozesse (z.B. Produktionsgruppen), bzw. auf unterster Ebene in Aktivitäten (z.B. Arbeitsplätze) zerlegt werden. Jedes dieser Subsysteme soll der Forderung nach dynamischer Organisationsgestaltung gehorchend zur Erhöhung der Reaktionsfähigkeit auf externe bzw. interne Anforderungen grundsätzlich zur Selbstregelung befähigt sein.

Um die Subsysteme auf verschiedenen Komplexitätsstufen zur kontinuierlichen Verbesserung anzuregen, müssen jeweils geeignete Prozeßkennzahlen und deren Trend aufgezeigt werden.

#### 6.1.1 Anforderungen an die Systemregelung

Die Systemregelung soll durch die fortlaufende Bereitstellung aller steuerungsrelevanten Informationen und durch Rückmeldung der Auswirkungen von Stellgrößenmodifikationen an die Steuerungsinstanz zur Stabilisierung beziehungsweise Sicherung der Leistungsfähigkeit des zu regelnden Systems beitragen. Dazu bedarf es einer Verknüpfung der Systemelemente durch ein Netz von Informationen. Bei der Gestaltung eines derartigen Informationsnetzes sind verschiedene Anforderungen zu berücksichtigen:

##### *Abstraktion*

Unternehmen werden zur Reduktion der Komplexität in Subsysteme, wie z.B. Kernprozesse, Teilprozesse und Aktivitäten zerlegt. Eine Systemregelung muß den spezifischen Anforderungen an die Informationskomplexität auf diesen verschiedenen Abstraktionsebenen gerecht werden. Dies impliziert insbesondere, daß die Informationen von den betroffenen Mitarbeitern verstanden und verarbeitet werden können.

### *Kapselung*

In einem Prozeß werden eine oder mehrere Inputgrößen in eine oder mehrere Outputgrößen umgewandelt. Für die Transformation werden Ressourcen in Anspruch genommen. Diese sind nach dem Verursachungsprinzip den Outputgrößen zuzurechnen. Durch Kapselung sollen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge auf verschiedenen Komplexitätsebenen deutlich gemacht werden.

### *Durchgängigkeit*

Mit der Realisierung eines über alle Komplexitätsebenen durchgängigen Kennzahlensystems - wobei mit zunehmendem Abstraktionsgrad auch der Bezugsrahmen der Kennwerte erweitert wird - soll sichergestellt werden, daß Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen auch über mehrere Abstraktionsebenen nachvollziehbar sind.

### *Vergleichbarkeit*

Der Abstraktionsgrad von Kennwerten soll stets so gewählt werden, daß zwischen verschiedenen Organisationselementen einer Komplexitätsebene ein Leistungsvergleich unterstützt wird. Dabei sollen auch firmenexterne Prozesse berücksichtigt werden können.

### *Modularisierung*

Schließlich soll das Kennzahlensystem modular aufgebaut sein, um dessen flexiblen Einsatz sicherstellen zu können. Neben der bereits genannten Selbstständigkeit auf verschiedenen Komplexitätsebenen muß das Kennzahlensystem der Anforderung nach Prozeßneutralität gerecht werden und sich an der Verarbeitung elementarer, prozeßbestimmender Schlüsselressourcen orientieren.

## **6.1.2 Definition der Unternehmung als dynamisches System**

Unternehmen vereinen eine Vielzahl hierarchisch strukturierter Subsysteme, die auf unterster Ebene von Aktivitäten gebildet werden. Zur Sicherung der Leistungsfähigkeit eines Unternehmens müssen den Aktivitäten und Subsystemen erfolgsorientierte Handlungen überlagert werden. Diese Handlungen können anhand eines einfachen Schemas beschrieben werden.

Aus dem Systemumfeld werden Ziele für die Durchführung von Handlungen vorgegeben. Auf der Basis dieser Anforderungen werden Maßnahmen ergriffen. Der Erfolg oder Mißerfolg kann anschließend anhand der Ergebnisse bewertet und zur Zielsetzung in Relation gebracht werden. Bild 6.1 verdeutlicht diesen Wirkmechanismus und dessen Verankerung in der gesamten Unternehmensstruktur.

Zum besseren Verständnis sollen die dargestellten Wirkzusammenhänge anhand eines einfachen Beispiels beschrieben werden. Ein Unternehmen sei in verschiedene Produktionsstätten strukturiert, wobei jede dieser Produktionsstätten einen Kernprozeß repräsentiere.

Es muß Prozeßneutralität im Sinn einer Möglichkeit des Vergleichs mehrerer Kernprozesse miteinander auf der höchsten Steuerungsebene des betriebswirtschaftlichen Systems gegeben sein, um die Komplexität des Systems so zu reduzieren, daß es gemäß den Anforderungen der Systemumwelt (Konkurrenten, Kunden) steuerbar wird. Dazu müssen aus den von den Subsystemen kommenden Prozeßwerten relative Prozeßkennzahlen gebildet werden, die einen Vergleich unterschiedlicher Prozesse miteinander erlauben und weiterhin auf mögliche Schwachstellen im Prozeß hinweisen.

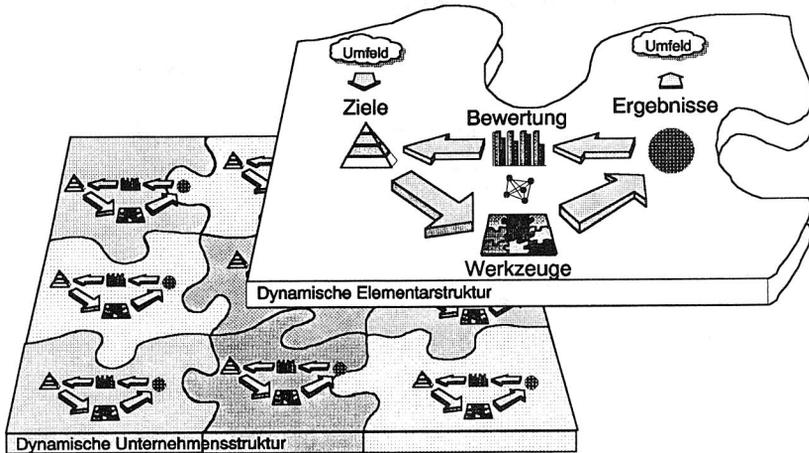


Bild 6.1: Elementarstruktur zur Regelung betrieblicher Abläufe und Verankerung der Systemregelung in der dynamischen Unternehmensstruktur

Alle Ergebnisse sollten jedem Werk zur Verfügung gestellt werden, um den Wettbewerbsgedanken in das Unternehmen hineinzutragen. Dadurch besteht die Chance, sowohl einen kontinuierlichen Verbesserungsprozeß zu initiieren, als auch die Kommunikation unter den Werksleitern zu fördern. Damit können effiziente Lösungen innerhalb des Unternehmens schneller verbreitet werden.

Zudem sind relative Prozeßkennzahlen benchmarkfähig. Somit ist es möglich, seine eigenen Prozesse kontinuierlich mit den Besten zu vergleichen, die Unterschiede zu anderen Unternehmen offenzulegen, die Ursachen für die Unterschiede und Möglichkeiten zur Verbesserung aufzuzeigen sowie wettbewerbsorientierte Zielvorgaben zu ermitteln, die dann auf ihre Erreichung hin überprüft werden können.

Nach der oben dargestellten Systematik laufen die Kernprozesse innerhalb eines Subsystems der Unternehmung ab, das sich aus Gründen der Komplexitätsreduktion und der Erhöhung der Reaktionsfähigkeit selbst steuern sollte. Um diese Subsysteme zur kontinuierlichen Verbesserung anzuregen, sollten den einzelnen Subsystemen ihre Schwachstellen auf Kennzahlenbasis aufgezeigt werden.

Das Kennzahlensystem des Subsystems muß nun so aufgebaut sein, daß dessen Steuerungsinstanz auf der Basis absoluter Prozeßkennzahlen die Ursachen für die Schwachstellen des Systems ermitteln und entsprechende Vorgabewerte für die Elemente (Produktionsgruppen, Mitarbeiter) des Systems generieren kann. Die Vorgabewerte beziehungsweise die entsprechenden Kennzahlen wiederum sollten so aussehen, daß ein Mitarbeiter die Beziehung zwischen der Kennzahl, seinem eigenen Handeln und der Wirkung auf das System erkennen kann. Dann ist die Rückkopplung bis auf die unterste Ebene und damit die Basis für eine Selbstoptimierung durch Selbstorganisation geschaffen.

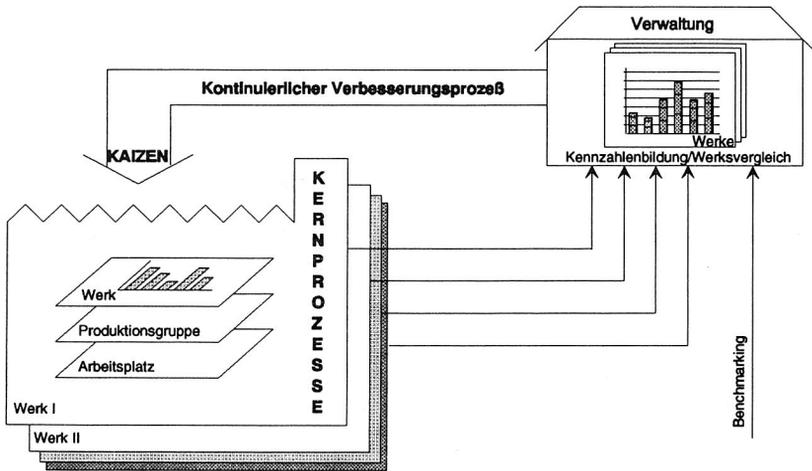


Bild 6.2: Systemregelung auf verschiedenen Abstraktionsebenen

Im folgenden soll ein Kennzahlensystem, das grundsätzlich zur Unterstützung dynamischer Systementwicklung geeignet ist, näher spezifiziert werden.

## 6.2 Modell eines hierarchischen Regelungssystems für Wertschöpfungsprozesse

Das Modell eines prozeßorientierten Regelungssystems für Wertschöpfungsprozesse anhand von Kennzahlen wurde aufgrund der in der Elektro- und Elektronikindustrie bevorzugten Prozeßstrukturierung in Arbeitsplätze, Produktionsgruppen und Kernprozesse für den Einsatz auf drei Komplexitätsebenen konzipiert.

### 6.2.1 Struktur des prozeßorientierten Kennzahlensystems

Die Handlungen auf den entsprechenden Abstraktionsebenen sollen anhand des Einsatzes der Schlüsselressourcen, bezogen auf das jeweilige Prozeßergebnis bewertet werden. Dies ist insofern sinnvoll, als mit der Beschränkung auf die Schlüsselressourcen Mensch, Maschi-

ne und Material alle für die Wertschöpfung entscheidenden Aufwendungen Berücksichtigung finden.

Die Ursachen für potentielle Verschwendungen sind aber nicht nur in den Schlüsselressourcen selbst, sondern auch in der Qualität der Planung des Ressourceneinsatzes begründet. Ein prozeborientiertes Regelungssystem sollte deshalb neben der Beurteilung des Ressourceneinsatzes auch die Qualität der Planung und Koordination berücksichtigen. Zur Quantifizierung sollen Kennzahlen der Methodeneffizienz bereitgestellt werden.

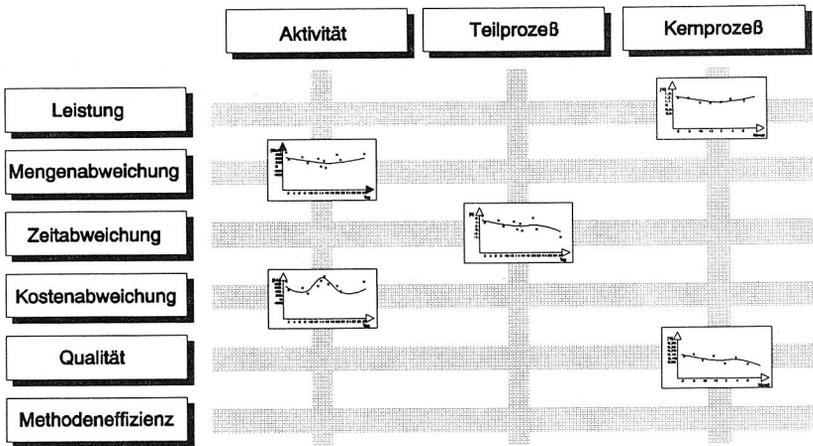


Bild 6.3: Struktur eines prozeborientierten Kennzahlensystems

## 6.2.2 Zielgrößen des hierarchischen Prozeßcontrolling

### Leistung/Produktivität

In Anlehnung an den physikalischen Leistungsbegriff, der als Quotient aus Arbeit und Zeit definiert ist, kann die *Leistung* eines Mitarbeiters gemessen werden. Dabei fungiert die Zahl der Gutteile als Arbeitsgröße und die Dauer ihrer Herstellung als Zeitgröße. Wichtig ist, daß allein die Ausführungszeit ohne Einbezug der Rüstzeit zugrunde gelegt wird. Das folgt aus der Annahme, daß die infolge einer (unzureichenden) Planung der übergeordneten Ebene induzierten Rüstzeiten von dem einzelnen Arbeiter nicht beeinflusst werden können, weshalb sie bei einer Maßzahl, die die Leistungsfähigkeit eines Aktivitätsverrichters erfassen soll, wegen des fehlenden Verursachungsbezugs nicht zu berücksichtigen sind. Gemäß dem Verursachungsprinzip einzurechnen beziehungsweise von der Ausführungszeit nicht abziehbar sind hingegen die während der Ausführung eines Auftrags auftretenden Maschinenstörungen, da diese häufig von der Art der Bedienung durch den Mitarbeiter abhängen, aber auch Aufwendungen für Ausschuß und Nacharbeit.

Leistungsgrößen sind sehr anschaulich, weisen aber auch den Nachteil auf, produkt- beziehungsweise komponentenspezifisch zu sein. Damit kann die Leistung eines Mitarbeiters, der Produkt A fertigt, nicht mit der eines Mitarbeiters, der Produkt B herstellt, verglichen werden. Um einen derartigen Vergleich zu ermöglichen, ist die Zahl der Gutteile mit der Vorgabezeit zu gewichten.

Durch die Gegenüberstellung der Sollzeit mit der Ausführungszeit (für die Produktion der Gutteile und des Ausschusses !) ergibt sich die *Produktivität* eines Mitarbeiters. Diese kann jeweils durch getrenntes Aufsummieren von Soll- und Istzeiten mehrerer Aufträge für einen Tag bestimmt und graphisch dargestellt werden.

Die genannten Kennzahlen (Leistung bzw. Produktivität) können jeweils in Abhängigkeit des vorliegenden Systemtyps (manuelles, automatisches oder hybrides Fertigungssystem) für Mitarbeiter, Maschinen oder als kombinierte Maßzahl ermittelt werden.

### *Mengenabweichung*

Die Mengenabweichung resultiert aus der Differenz der Sollmenge mit der Istmenge an Gutteilen. Sie liefert dem Mitarbeiter damit wichtige Informationen über Trend und Ausprägung der Abweichung von den Vorgabewerten.

### *Zeitabweichung*

Weitaus höhere Aussagekraft für eine wirkungsvolle Systemregelung hat die Zeitabweichung. Diese wird ebenfalls aus den Ist- und Sollwerten eines Auftrags gewonnen. Durch Subtraktion der tatsächlich benötigten Zeit für die Herstellung eines Teils von der Vorgabezeit erhält man die Zeitabweichung pro Stück.

### *Kostenabweichung*

Die Kostenabweichung als Schattengröße resultiert aus der monetären Bewertung der gesamten Zeitabweichung pro Auftrag. Damit kommt zum Ausdruck, welche Kosten allein durch die verzögerte Bearbeitung eines Auftrags entstehen. Als Basis für die monetäre Bewertung kann der Personal- oder der Maschinenstundensatz oder die Summe aus beiden gewählt werden.

### *Effizienz (Montage, Vorfertigung)*

Die oben definierte Leistungskennzahl sagt nichts über Effizienz der Input-Nutzung aus. Wird in der gleichen Ausführungszeit die gleiche Anzahl von Gutteilen gefertigt, ist die Leistung gleich, auch wenn in einem der beiden Fälle mehr Ausschuß als im anderen Fall anfiel. Dieser Effizienzunterschied ist wegen der Bedeutung der Materialkosten für eine Unternehmung nicht vernachlässigbar und muß daher erfaßt werden.

In der *Vorfertigung* bietet sich der Anteil der Gutteile an der Gesamtproduktion als Maßzahl an. Damit wird die Qualität der Vorfertigung unmittelbar für den ausführenden Mitarbeiter ersichtlich.

In der *Montage* bedarf es einer komplexeren Kennzahl, da je nachdem, zu welchem Zeitpunkt im Montageprozeß eine Leistung zum Ausschuß wird, eine unterschiedliche Ausschußqualität vorliegt. Diese Heterogenität im Ausschuß kann berücksichtigt werden, indem für jedes Teil die montierte Teilmenge im Verhältnis zur eingesetzten Teilmenge betrachtet wird. Die montierte Teilmenge ergibt sich dabei aus der Multiplikation der nach Stückliste für einen Montageoutput erforderlichen Teileanzahl mit dem Gesamtoutput.

#### *Ausschußkosten (Kosten des Materialverlusts)*

Bei Montageprozessen kann der Materialverlust wegen der Heterogenität des eingesetzten Materials nur monetär erfaßt werden. Dazu kann der Wert des Materialabflusses vom Wert des Materialzuflusses subtrahiert werden. Die Differenz stellt die Kosten für den Materialverlust dar, der im Verlauf der Leistungserstellung innerhalb des Systems angefallen ist. Wichtig ist, daß diese Kennzahl keine Wertschöpfungsgröße darstellt, sondern einzig und allein auf den Materialwert abstellt, der sich im Verarbeitungsprozeß nicht erhöhen kann. Damit ist Null der beste Wert, da in diesem Fall kein Materialverlust auftritt. Die Kosten für die Arbeitszeit, die für eine Ausschußleistung aufgewendet wurden, kommen im Materialverlust nicht zum Ausdruck, sind aber implizit über die Ausführungszeit in der Produktivität enthalten.

#### *Materialumschlag*

Für jede Materialart beziehungsweise für jedes Zwischen- und Endlager kann der Materialumschlag berechnet werden. Dazu stellt man den Materialverbrauch (Materialabfluß), der innerhalb einer Zeitperiode angefallen ist, dem durchschnittlichen Bestand dieser Zeitperiode gegenüber. Damit kommt zum Ausdruck, wie oft der durchschnittliche Werkstattbestand in der Referenzperiode aus der Werkstatt entnommen wurde. Dabei ist ein geringer Werkstattumschlag ein Indiz für im Vergleich zum Bedarf zu hohe Bestände. Hohe Bestände treten in Zwischenlagern immer dann auf, wenn Defizite in der Koordination vorliegen. Damit kann mit dieser Kennzahl die Qualität der Systemsteuerung gemessen werden. Ein Vergleich mit der Systemproduktivität, die hohe Bestände implizit berücksichtigt, ermöglicht eine Kontrolle des Materialumschlags auf Plausibilität.

#### *Materialverfügbarkeit*

Dem System muß Input-Material zur Verfügung gestellt werden. Verzögern sich hierbei die Lieferungen, kann das System nicht arbeiten, obwohl es arbeitsfähig wäre. Der dadurch entstehende Leistungsverlust darf nicht dem System zugerechnet werden, sondern ist vom operativen Einkauf zu verantworten.

#### *Rüstzeitanteil*

Der Rüstzeitanteil an der Belegungszeit, die sich aus Ausführungszeit und Rüstzeit zusammensetzt, gibt Auskunft über die durch die Planung und Koordination induzierten Systemwirkungen. Werden viele verschiedene, kleinere Lose gefertigt, muß häufig gerüstet werden. Entsprechend fallen die Rüstzeiten ins Gewicht. Gelingt es hingegen, größere Lose zu

bilden, kann der Rüstzeitanteil reduziert werden. Damit kann diese Kennzahl eine Erklärung beinhalten, wieso die Ausführungszeit eines Systems von der Ausführungszeit eines anderen Systems abweicht.

Prozeßkennzahlen		
Bezeichnung	Formel	Einheit
Leistung	$\frac{\text{Gutteile}}{\text{Ausführungszeit}}$	Stck/h
Produktivität	$\frac{\text{Gutteile} \times \text{Vorgabezeit}}{\text{Ausführungszeit}} \times 100$	%
Mengenabweichung	$\text{Gutteile} - \frac{\text{Ausführungszeit}}{\text{Vorgabezeit}}$	Stck
Zeitabweichung	$\text{Gutteile} \times \text{Vorgabezeit} - \text{Ausführungszeit}$	h
Kostenabweichung	$(\text{Gutteile} \times \text{Vorgabezeit} - \text{Ausführungszeit}) \times \text{Stdsatz}$	DM
Montageeffizienz	$\frac{\text{Wert montierte Teilmengemenge (Gutteile)}}{\text{Wert eingesetzte Teilmengemenge}} \times 100$	%
Vorfertigungseffizienz	$\frac{\text{Gutteile}}{\text{Gutteile} + \text{Ausschuß}} \times 100$	%
Materialverlustkosten	$\text{Wert Materialzufuß} - \text{Wert Materialabfuß}$	DM
Materialumschlag	$\frac{\text{Materialabfuß pro Zeitperiode}}{\text{durchschnittlicher Bestand pro Zeitperiode}} \times 100$	%
Materialverfügbarkeit	$\frac{\text{Zahl der verzögerten Lieferungen}}{\text{Gesamtzahl der Lieferungen}} \times 100$	%
Rüstzeitanteil	$\frac{\text{Rüstzeit}}{\text{Rüstzeit} + \text{Ausführungszeit}} \times 100$	%
Krankheitsrate	$\frac{\text{Zahl der Fehlstunden}}{\text{Zahl der Arbeitsstunden}} \times 100$	%

Tabelle 6.1: Zielgrößenübersicht des hierarchischen Prozeßcontrolling

#### Krankheitsrate

Die Krankheitsrate resultiert aus der Division der Zahl der Fehltage durch die Zahl der Arbeitstage. Eine hohe Krankheitsrate kann eine vergleichsweise schlechte Systemproduktivität erklären, da für einen kranken Mitarbeiter Aushilfskräfte eingesetzt werden müssen, die oftmals Einarbeitungsverluste bedingen. Es gilt allerdings auch zu beachten, daß ein Zusammenhang zwischen Arbeitszufriedenheit und Krankheitsrate besteht. Daher muß die Krankheitsrate nicht als gegeben hingenommen werden, sondern kann selbst Ziel von Ver-

besserungsmaßnahmen sein. Beispielsweise kann eine andere Art der Arbeitsteilung, eine verbesserte Ergonomie der Arbeitsplätze sowie eine Modifikation des Führungsstils die Arbeitszufriedenheit und damit langfristig auch die Krankheitsrate verändern.

Die vorgestellten Prozesskennzahlen können auf Arbeitsplatz-, Produktionsgruppen- und Werksebene erfaßt und gegenübergestellt werden. Damit werden die Entscheidungsträger auf der jeweils vorliegenden Abstraktionsstufe in die Lage versetzt eine effiziente Systemregelung zu installieren. Auf Kernprozezebene liegt die höchste Verdichtung der Kennzahlen vor. Dieser Aggregationsgrad ist jedoch erforderlich, um der Unternehmensführung die Orientierung zu erhalten. Hier ist es in erster Linie wichtig, daß die Zahlen auf einen Blick Auskunft über die Wettbewerbsfähigkeit eines Kernprozesses geben. Stellt sich heraus, daß ein Kernprozeß bei einer Maßgröße deutlich schlechter als ein anderer Kernprozeß ist, kann durch Vergleich der Kennzahlen beider Prozesse auf den unteren Ebenen der Ursache nachgegangen werden. Auch sind relative Kennzahlen benchmarkfähig. Damit wird ein branchenübergreifender Vergleich mit den bei bestimmten Maßgrößen führenden Unternehmen möglich.

### **6.3 Beispiel - Kernprozeß „Fertigung von Schaltgeräten“**

Am Beispiel der Fertigung von Schaltgeräten sollen die Einsatzmöglichkeiten und Wirkmechanismen des vorgeschlagenen Informationssystems auf verschiedenen Prozebebenen diskutiert werden. Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß alle verwendeten Zahlenwerte weder absolut noch tendentiell der Realität entsprechen.

Das vorliegende Beispielunternehmen führt den Markt für Schaltgeräte an. Diese Produktgruppe ist durch einen hohen relativen Marktanteil und eine starke Marktwachstumsrate gekennzeichnet. Bei der Fertigung von Schaltgeräten handelt es sich um den Kernprozeß des Unternehmens. Seine effiziente Gestaltung ist für das gesamte Unternehmen von existentieller Bedeutung.

Aufgrund der hohen Dynamik des Marktes und dem großen in dieser Produktgruppe noch steckenden Erfolgspotential, soll die Leistungsfähigkeit des Kernprozesses intern aber auch im Vergleich zu Wettbewerbern kontinuierlich bewertet werden. Darüberhinaus soll über alle Kernprozebebenen ein Informationsnetz zur reaktionsstarken Visualisierung von Schwachstellen gespannt werden, um damit den Entscheidungsträgern (Arbeiter, Einrichter, Gruppenleiter etc.) eine gesicherte Basis für durchzuführende Handlungen zu verschaffen.

Der betrachtete Kernprozeß schließt neben den Vorfertigungsbereichen Kunststoff und Metall die Vor- und Endmontage, sowie die Läger für Fertigwaren, Halberteile und Rohstoffe ein. Entsprechend einer systemtechnischen Betrachtung sind als Systemgrenzen die Schnittstellen zu Lieferanten und Kunden zu nennen. Das geforderte Informationssystem soll in allen Teilsystemen, d.h. Produktionsgruppen der Vorfertigung und Montage mit allen Lägern und auf übergeordneter Systemführungsebene wirksam sein.

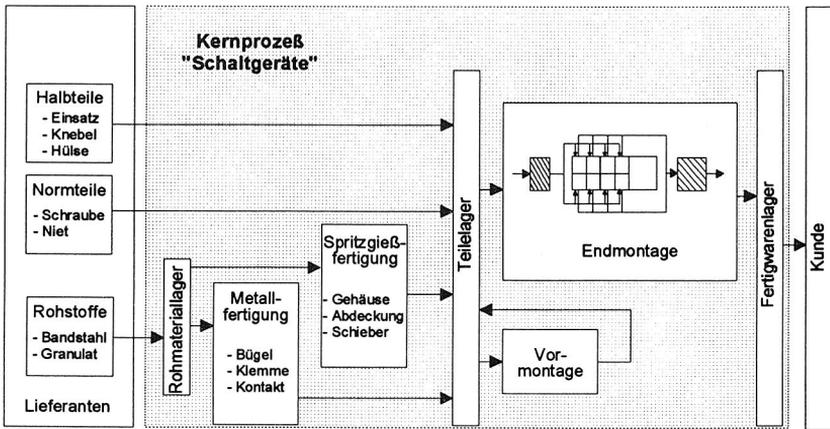


Bild 6.4: Struktur des Kernprozesses „Fertigung von Schaltgeräten“

### 6.3.1 Leistungskennzahlen auf Kernprozeßebene

Entsprechend eines systemtechnischen Ansatzes sollen auf Kernprozeßebene Kennwerte zur Beurteilung der systemimmanenten Leistung und der Schnittstellen zu Lieferanten und Kunden bereitgestellt werden.

Die systemimmanente Leistung kann allgemein mit einem Vergleich des Gesamtlöses und der Gesamtkosten, bezogen auf die Zahl der betrachteten Arbeitstage angegeben werden. Dieser Kennwert eignet sich auch sehr gut für kernprozeßübergreifende Vergleiche. Um auf Ursachen für mögliche Ausprägungen der vorgeschlagenen Leistungskennzahl schließen zu können, bietet sich die Angabe der Kostenabweichung und Materialverlustkosten an. Dabei dient die Kostenabweichung als Maß des Einsatzes der Schlüsselressourcen Mensch und Maschine, die Materialverlustkosten sind ein Maß des Einsatzes der Schlüsselressource Material. Darüberhinaus kann explizit die Qualität der Planung und Koordination mit dem Materialumschlag pro Zeitperiode abgeschätzt werden.

Die Systemschnittstelle zum Kunden kann mit der kontinuierlichen Aufnahme der Nachfrageentwicklung (Auftragsbestandsentwicklung) unter Gegenüberstellung der Bedarfsbefriedigung (Auftragserfüllung) quantifiziert werden. Zusätzlich kann die Entwicklung der Reklamationsquote ggf. Erklärungen für die Nachfrageentwicklung liefern.

Die Systemschnittstellen zu den Lieferanten können tendentiell über die Aufnahme der Materialverlustkosten beschrieben werden, indem von einem außerplanmäßig hohem Teileverbrauch auf Qualitätsmängel bestimmter Lieferungen geschlossen wird. Die Bereitstellung von Informationen über Termin- oder Mengentreue erscheint auf Kernprozeßebene nicht sinnvoll. Diese soll auf unterlagerten Ebenen vorgenommen werden.

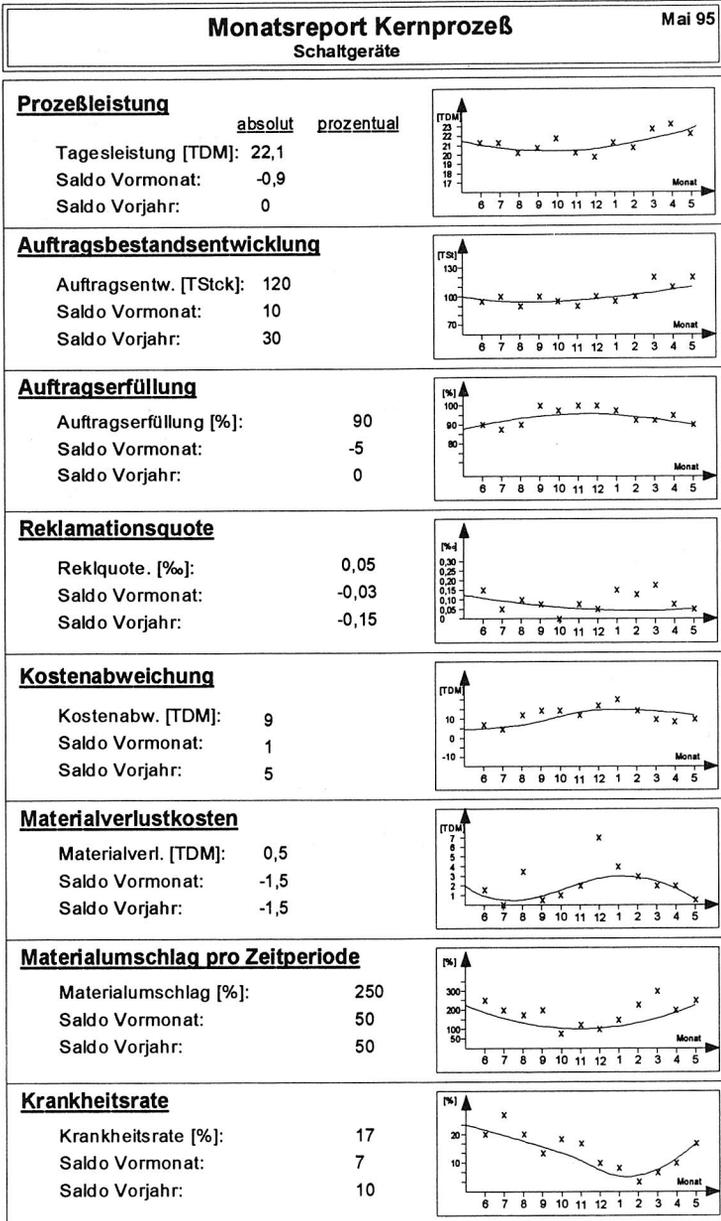


Bild 6.5: Beispiel eines Monatsreports für den Kernprozeß „Schaltgeräte“

Um die Darstellung der genannten Kennzahlen möglichst übersichtlich zu gestalten, empfiehlt sich neben der Angabe des prozentualen oder absoluten Kennwertes für die betrachtete Zeitperiode ein Vergleich mit der vorhergehenden Periode. Interessant kann auch ein Vergleich mit dem Wert des Vorjahres sein. Um eine Abschätzung von Trends und langfristigen Entwicklungen zu ermöglichen, ist auch eine grafische Darstellung über mehrere Zeitperioden sinnvoll.

Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz des vorgeschlagenen Informationssystems ist neben der regelmäßigen Informationsbereitstellung die Auswahl eines geeigneten Zeitfensters. Erfahrungen aus verschiedenen Industrieprojekten haben gezeigt, daß eine monatliche Bereitstellung der Kennzahlen auf Kernprozeßebene sinnvoll ist. Um darüberhinaus diese Informationen auch sehr effizient den einzelnen Fachbereichen zur Verfügung zu stellen empfiehlt sich der Einsatz rechnergestützter Werkzeuge.

Bild 6.6 beschreibt das in vorliegendem Beispielunternehmen realisierte rechnergestützte Informationssystem. Alle Controllingdaten werden zunächst in einem Informationspool zusammengetragen. Daraus werden für die einzelnen Produktionsgruppen erforderliche Controllinginformationen bedarfsgerecht aufbereitet und unter Nutzung von Novell auf Token Ring verteilt. Dezentral stehen entsprechende Anwendungen zur Weiterverarbeitung der Daten zur Verfügung.

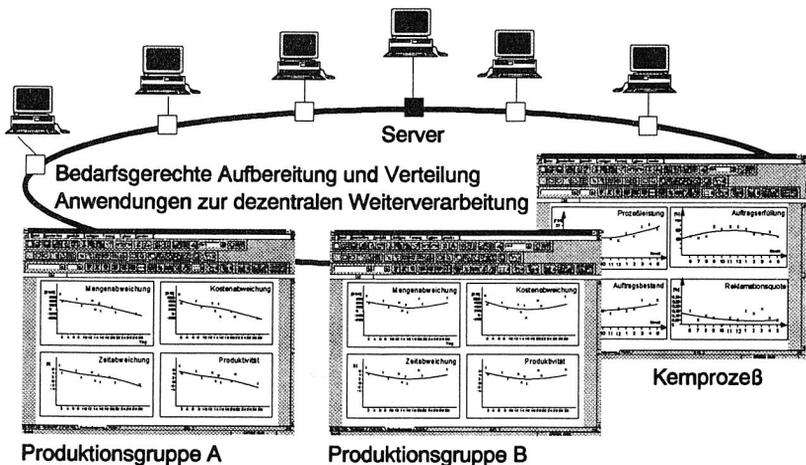


Bild 6.6: Dezentrale Bereitstellung von Controllingdaten durch Informationssysteme

### 6.3.2 Leistungskennzahlen auf Produktionsgruppenebene

Die einzelnen Subsysteme des betrachteten Kernprozesses sollen selbstoptimierend agieren. Sie benötigen neben konkreten Zielvorgaben durch die überlagerte Systemebene insbeson-

dere für ihre spezifischen Anforderungen aufbereitete Informationen. Am Beispiel der Endmontage von Schaltgeräten soll diesbezüglich ein Lösungsvorschlag diskutiert werden.

Die Arbeitsplatzstruktur in der Endmontage ist durch elastisch verkettete, manuelle und automatische Einzelarbeitsplätze gegeben. Die Hauptmontage erfolgt als Komplettmontage je Arbeitsplatz in drei Stufen an einem Karreebandsystem. Jede Montiererin wird mit Einzelakkord bewertet. Die Produktivität des Gesamtsystems (Personal) liegt bei 130 Prozent. Die Nachfrage in einem stark wachsenden Markt kann gerade abgedeckt werden.

Das Problem besteht folglich darin, daß bei vorliegendem Leistungsbewertungssystem über Einzelakkord die Motivation zur Erzeugung größerer Stückzahlen auf „freiwilliger Basis“ an der „Leistungsgrenze 130%“ nicht vorhanden sein kann. Eine grundsätzliche Abkehr von konventionellen Anreizsystemen erscheint unumgänglich. Ziel ist die Initiierung einer kontinuierlichen Leistungssteigerung auf Basis der vorliegenden Ressourcen (Mensch, Maschine, 2-Schicht-Betrieb). Dazu soll nicht mehr die Leistung des einzelnen Mitarbeiters im Vordergrund stehen, sondern die Potentiale der Produktionsgruppe freigelegt werden.

Ein angepaßtes Informationssystem muß die Visualisierung repräsentativer Leistungsmerkmale der Produktionsgruppe unterstützen. Dabei müssen diese Leistungsmerkmale unkompliziert interpretiert werden können und schnell aktuelle Trends anzeigen.

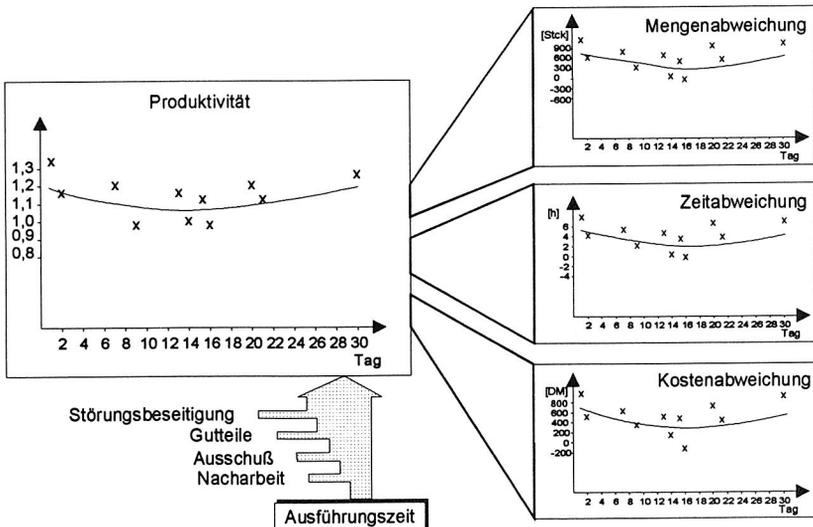


Bild 6.7: Visualisierung der täglichen Arbeitsergebnisse in der Produktionsgruppe

Mit der Angabe der Produktivität einer Produktionsgruppe würden zwar die in der Ausführungszeit steckenden Anteile für Gutteile, Ausschuß, Nacharbeit und Störungs-beseitigung

Berücksichtigung finden, eine Interpretation der Ausprägungen durch den Mitarbeiter wäre jedoch kaum möglich. Dazu gilt es, die in dem Kennwert Produktivität immanenten Faktoren Zeit, Kosten und Mengen detaillierter zu betrachten.

Im vorliegenden Beispiel wäre deshalb die Visualisierung der täglichen Arbeitsergebnisse durch Vergleich der Sollleistung mit der Istleistung nach Mengenabweichungen, Zeitabweichungen und Kostenabweichungen sinnvoll. Der Mitarbeiter erkennt sofort quantifiziert nach Stück, Stunden oder DM, wieviel Leistung im Vergleich zur geforderten Sollleistung mehr oder weniger erbracht wurde.

Diese Kennzahlen können darüberhinaus in die Ermittlung einer Gruppenprämie einfließen. Damit wird die monetäre Leistungsbewertung mit den visualisierten Gruppenzielen in Einklang gebracht. Das Produktivitätsziel der Gruppe ersetzt individuelle Ziele und Verhaltensmuster.

Mit Einbezug der Einrichter in dieses Gruppenprämiensystem können sich selbstorganisierend neue Verhaltensmuster entwickeln. Als Beispiel sei der Übergang von „nachträglicher Reparatur im Störfall“ zu „vorbeugender Instandhaltung“ angeführt. Außerdem wird der Einrichter versuchen, sein Wissen teilweise auf Montiererinnen zu übertragen, um so Störungen frühzeitig zu erkennen, bzw. um gewisse Verhaltensmuster zur schnellen, fachgerechten Entstörung anzutrainieren.

Sind der betrachteten Produktionsgruppe weiterhin indirekte Funktionen, wie Fertigungssteuerung oder operativer Einkauf direkt organisatorisch zugeordnet, so könnte beispielsweise auch die Leistungsfähigkeit indirekter Funktionsträger über geeignete Kennzahlen bewertet werden. Die Ausprägung von Rüstzeitanteilen oder auch der Materialumschlag bzw. die Materialverfügbarkeit können Anhaltspunkte für deren Leistungsfähigkeit sein.

Das Beispiel weist die große Bedeutung der Nutzung von Informationen in Form von Kennzahlen auf verschiedenen Prozeßebenen aus. Information ist die Basis jeglicher Entscheidungsfindung und damit für die Realisierung dynamischer Organisationen essentiell.

## 7 Lösungen zur Sicherung der Leistungsfähigkeit von Kernprozessen

Im Rahmen der bisherigen Ausführungen wurden Methoden und rechnergestützte Werkzeuge zur Analyse, Gestaltung und Regelung von Prozessen im Unternehmen vorgestellt. Dabei unterstützt die eingeführte Reengineeringmethodik mit der Konzentration auf Kernprozesse die Gestaltung dezentraler Organisationsmodelle. Dezentrale Organisationsstrukturen schaffen Transparenz und legen damit Schwachstellen offen. Im folgenden sollen nun anhand praktischer Beispiele Lösungen zur Sicherung der Leistungsfähigkeit resultierender dezentraler Organisationsstrukturen erörtert werden.

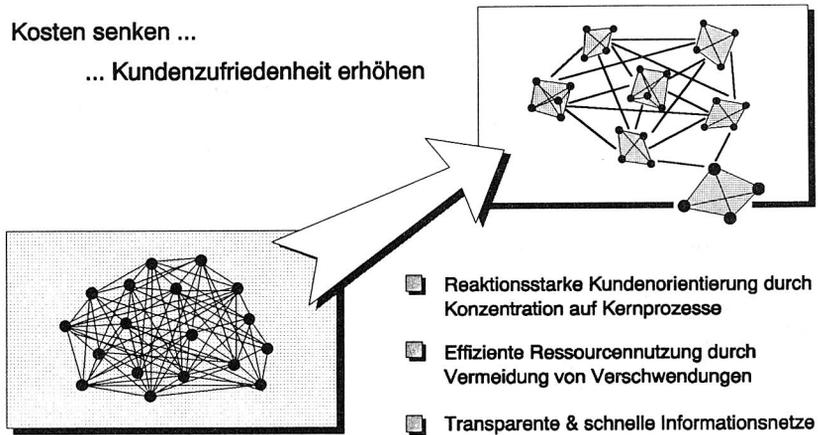


Bild 7.1: Gestaltungsziele dezentraler Organisationsstrukturen

Die Struktur dieses Kapitels folgt den oben genannten Gestaltungszielen dezentraler Organisationsstrukturen. Dabei werden zunächst anhand eines „Wertschöpfungsentrums für Installationsgeräte“ Wirkmechanismen und Nutzeffekte der **Konzentration auf Kernprozesse** erläutert. Weiterhin werden konkrete Lösungen vorgestellt, wie die Idee der „**Vermeidung von Verschwendungen**“ in ein Unternehmen hineingetragen werden kann. Abschließend wird die besondere **Bedeutung von Informationsnetzen** im Rahmen dezentraler Organisationsgestaltung herausgearbeitet. Diese Beispiele werden belegen, daß durch die vorgenannten Maßnahmen nicht nur erhebliche Kostenpotentiale im Unternehmen erschlossen werden können, sondern auch äußerst positiv auf die Kundenzufriedenheit eingewirkt werden kann (vgl. a. Kapitel 8).

### 7.1 Reaktionsstarke Kundenorientierung durch Konzentration auf Kernprozesse

Am Beispiel eines Wertschöpfungsentrums für Installationsgeräte soll der Leitgedanke der Konzentration auf Kernprozesse diskutiert werden. Neben der logistischen Gestaltung neh-

men dabei die Integration angeschlossener Geschäftsprozesse und die Anpassung rechnergestützter Produktionsplanung und -steuerung eine Schlüsselposition ein.

### 7.1.1 Logistische Gestaltung eines „Wertschöpfungsentrums“

Der Materialfluß des Produktionsprozesses „Installationsgeräte“ ist durch räumliche und zeitliche Entkopplung einzelner Teilprozesse (funktionsorientierte Werkstättenfertigung) gekennzeichnet. Metallfertigung, Kunststofffertigung und Montage erfolgen in verschiedenen Werken. Ein Halbleilelager entkoppelt Vorfertigung und Montage.

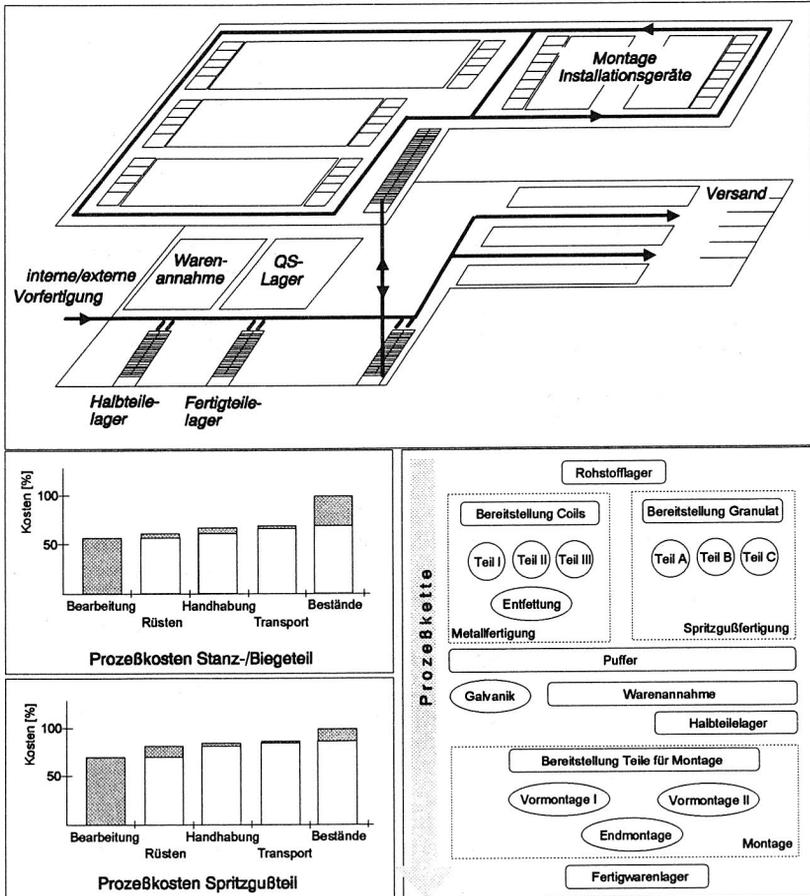


Bild 7.2: Prozeßstruktur und quantifizierte Prozeßmerkmale „Installationsgeräte“

Die Analyse der Kosten für den Teilprozess „Fertigung von Stanz-/Biegeteilen“ legt als wesentliches Defizit eine erhebliche Kapitalbindung durch zu hohe Bestände offen. Neben Inhomogenitäten im Materialfluß durch externe Nachbehandlung der Metallteile ist dabei die vor Ort eingesetzte Stanz- und Biegetechnologie (elastisch verkettete Pressen) ursächlich.

Der Teilprozeß „Fertigung von Spritzgießteilen“ weist Kostenprobleme durch hohe Rüstzeitanteile aus. Aufgrund des hohen Platzbedarfs und der Kapitalbindung bei Lagerung der Kunststoffteile und der vielfältigen Varianten wurde hier bereits in der Vergangenheit auf die Bestandsoptimierung geachtet. Da allerdings die Spritzgießtechnologie auf einem sehr niedrigen Standardisierungs- und Automatisierungsgrad belassen wurde, stieg der Aufwand für personalkostenintensive und hauptzeitreduzierende Rüstvorgänge exponentiell an.

Die Aufwendungen für Handhabung und Transport werden durch Auswahl wirtschaftlicher Gebindegrößen und sinnvollem Einsatz entsprechender Transporthilfsmittel auf niedrigem Kostenniveau gehalten.

Der Produktionsprozeß für Installationsgeräte erfolgt nicht ausschließlich in Eigenfertigung, verschiedene Komponenten und Baugruppen werden von externen Produktionspartnern bezogen. Aus diesem Grund wurden auch die prozeßrelevanten Kooperationsbeziehungen einer genaueren Analyse unterzogen.

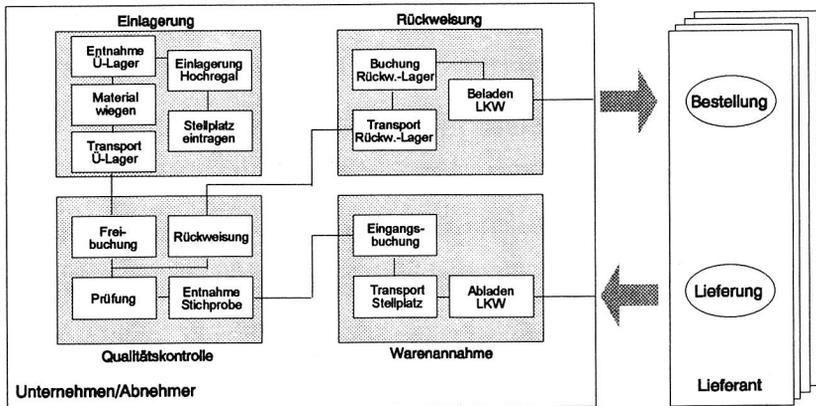


Bild 7.3: Analyse des Lieferprozesses nach Aktivitäten

Bild 7.3 verdeutlicht die Struktur des Lieferprozesses nach Aktivitäten. Nach der Warenannahme erfolgt eine Qualitätskontrolle. In Abhängigkeit des Ergebnisses derselben erfolgt die Einlagerung in das Halbtteilelager oder eine Rückweisung an den Lieferanten.

Analysiert man die vorgestellte Struktur nach Kosten und Zeitverbrauch, werden vor allem die hohen Aufwendungen für die Qualitätskontrolle augenfällig. Weiterhin zeigt eine Ge-

genüberstellung der ausgelösten Bestellungen mit den tatsächlich erfolgten Lieferungen und den erfolgten Rückweisungen weitere Defizite auf.

Die Lieferanten tragen zwar dafür Sorge, daß am geforderten Liefertermin die bestellte Ware in der gewünschten Menge vorliegt, liefern diese Bestellmenge aber nicht einmalig, sondern bis zu diesem Termin in kleinen Teilmengen. Da beim Abnehmer jede dieser Teillieferungen oben beschriebenen Prozeß durchlaufen muß, werden die für den Abnehmer resultierenden Kosten- und Kapazitätsprobleme, insbesondere in der Qualitätskontrolle eklatant. Im vorliegenden Beispiel entstanden durch dieses Lieferantenverhalten für den Abnehmer jährliche Mehrkosten in Höhe von ca. 40 TDM.

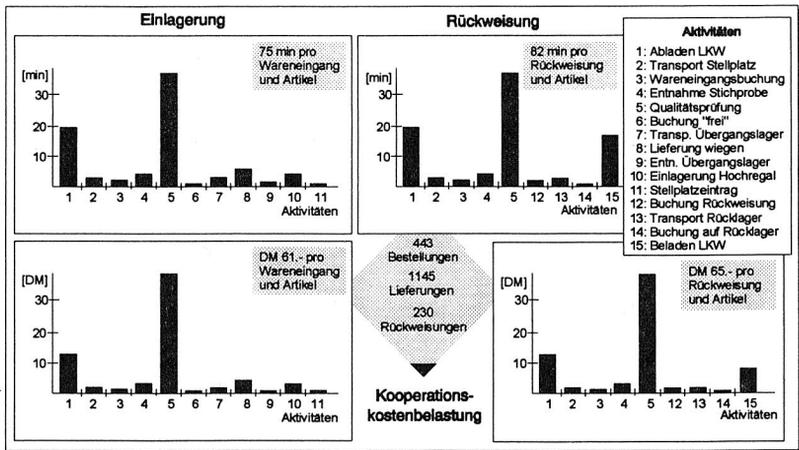


Bild 7.4: Quantifizierende Analyse des Lieferprozesses nach Aktivitäten

Das Beispiel verdeutlicht die Bedeutung der ganzheitlichen Prozeßbetrachtung bei der Identifikation von Verbesserungspotentialen.

Die Zielsetzung bei der Gestaltung eines Wertschöpfungsentrums kann allgemein mit dem Streben nach minimalen Kernprozeßkosten bei maximaler Kundenzufriedenheit umschrieben werden. Dafür erforderliche Maßnahmen sollen im folgenden am Beispiel der Gestaltung des Wertschöpfungsentrums „Installationsgeräte“ erläutert werden.

Durch Integration von Vorfertigung und Montage können nicht nur der Logistik (Handhabung, Wege, Bestände, Kapitalbindung und Durchlaufzeit) und Montageaufwand (geordnete Teilebereitstellung erhöht die Anlagenverfügbarkeit) erheblich reduziert werden, sondern darüberhinaus Transparenz im Wertschöpfungsprozeß und eine hervorragende Kundenorientierung mit Gewährleistung eines 24h-Lieferservice erreicht werden.

Technologisch wird dafür die bisherige Fertigung der Stanz- und Bieeteile auf elastisch verketteten Pressenstraßen durch eine montageintegrierte Stanz- und Biegefertigung auf sogenannten Bihlerautomaten substituiert. Insbesondere das Problem hoher Bestände in Verbindung mit langen Durchlaufzeiten kann damit beseitigt werden. Da durch diese Maßnahme nunmehr die häufig sehr komplexen Wirtteile geordnet für die Montage bereitgestellt werden können, erhöht sich damit auch die Verfügbarkeit des Montagesystems. Weiterhin werden Prüf- und Verpackungsvorgänge in den Montageprozeß integriert, wodurch das Endprodukt versandfertig die Anlage verläßt und umgehend ausgeliefert werden kann.

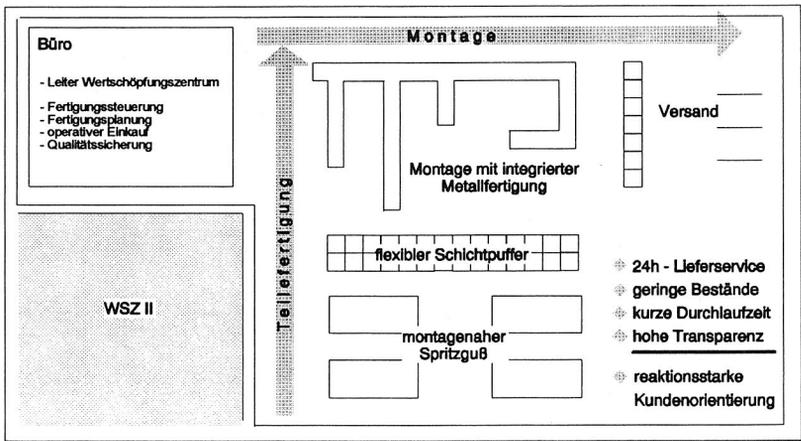


Bild 7.5: Gestaltung des Wertschöpfungsentrums „Installationsgeräte“

Ursprünglich wurde auch eine Integration von flexiblen Spritzgießzellen angestrebt. Aus verschiedenen organisatorischen Gründen (Taktendifferenz zwischen Spritzzyklus und Montage, Variantenflexibilität, Mehrfachverwendungsteile etc.) wird aber diesbezüglich nur ein „montagenaher Spritzguss“ realisiert.

Zur Gewährleistung einer großen Varianten-, Mengen- und Umrüstflexibilität werden sämtliche Spritzgießmaschinen an eine zentrale Materialversorgung unter Einsatz automatisierter Masterbatchmischsysteme (lokal) angeschlossen und ein teilautomatisches Werkzeugwechselsystem mit Multikupplungen eingeführt. Zur Entsorgung der Maschinen und geordneten Speicherung der Teile auf Plisterpaletten werden frei programmierbare Handhabungsgeräte in Zusammenarbeit mit automatisierten Palettenwechselsystemen genutzt.

Durch diese Maßnahmen ist die Produktion von Spritzgussteilen in personalfreier Schicht möglich. Durch die höhere Ressourcennutzung kann der Maschinenstundensatz für das hochautomatisierte System in wirtschaftlichen Grenzen gehalten werden.

Die palettierten Werkstücke werden von einer Aufsichtsperson zum flexiblen KANBAN-Puffer zwischen Montage und „montagenahem Spritzguß“ transportiert. Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen kann der Logistikaufwand erheblich reduziert werden. Besonders große Wirkung wird bei den Rüstzeiten und der Kapazitätsauslastung festgestellt. Durch das enorme Einsparungspotential liegt die Amortisationszeit für die genannten Maßnahmen im Bereich Spritzguß bei ca 1,5 Jahren.

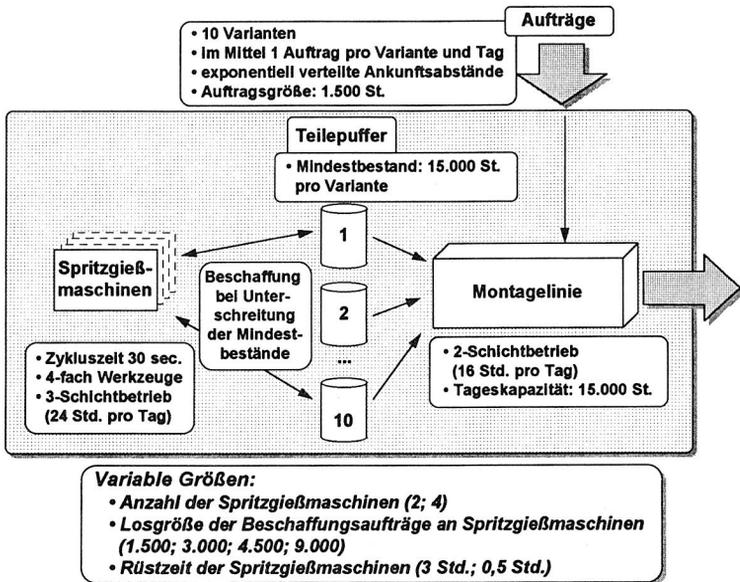


Bild 7.6: Rechnergestützte Modellierung der Integration von Montage und Spritzguß

Die Vorteilhaftigkeit der organisatorischen und technischen Maßnahmen im Bereich Kunststoffspritzguß sollen anhand eines Simulationsmodells erläutert werden. Struktur und Rahmenbedingungen des Modells verdeutlicht Bild 7.6. Als variable Größen wurde die Anzahl der Spritzgießmaschinen, die Rüstzeit der Spritzgießmaschinen (3 Std. Istzustand; 0,5 Std. mit Multikupplungen) und die Lösgröße der Fertigungsaufträge in der Kunststofffertigung variiert.

Dabei zeigt sich, daß der Kapazitätsbedarf an Spritzgießmaschinen durch die genannten Maßnahmen besonders im Geltungsbereich kleiner Losgrößen erheblich gesenkt werden kann. Die Rüstzeitanteile gehen zugunsten der Hauptzeit erheblich zurück. Der mittlere Pufferbestand zwischen Vorfertigung und Montage kann mit Realisierung kleinerer Fertigungslose nochmals reduziert werden. Die Wirkungen auf Durchlaufzeiten und Kapitalbin-

ung sind damit auch äußerst positiv. Unter den genannten Rahmenbedingungen genügen zwei Spritzgießmaschinen zur Deckung des Kapazitätsbedarfs.

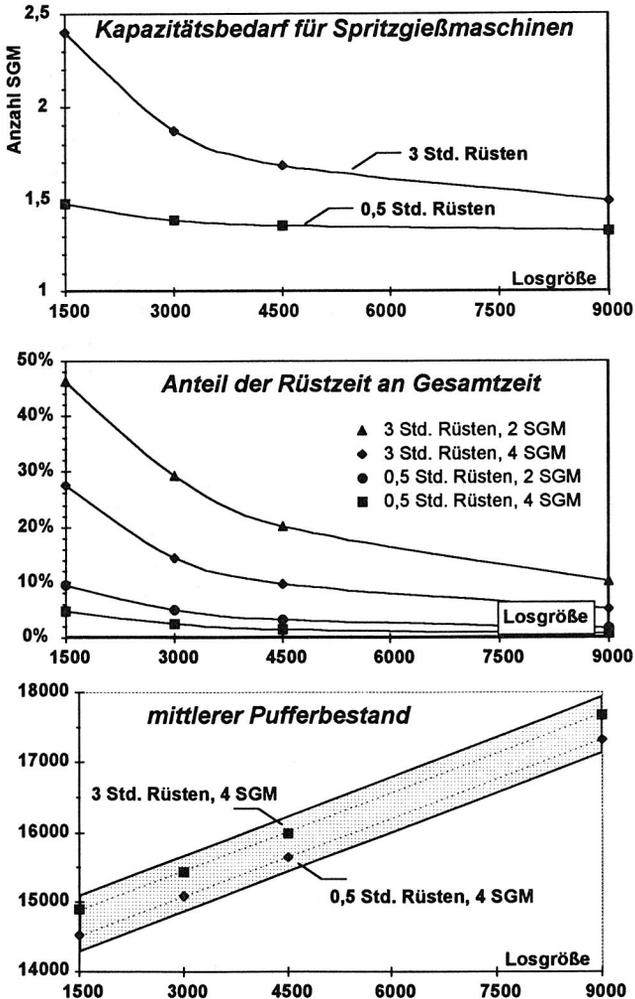


Bild 7.7: Wirkmechanismen alternativer organisatorischer und technischer Maßnahmen zur Gestaltung der Spritzgießfertigung

Neben den dargestellten Maßnahmen wird zur Senkung der Kooperationskosten der Versuch gestartet die Qualitätssicherung auf den Lieferanten zu übertragen und bei angelieferter

Ware aufgrund der hohen Prüfkosten nur noch Stichprobentests durchzuführen. Außerdem werden entsprechende Controllinginstrumente zur Überwachung des Lieferantenverhaltens besonders bezüglich des Vermeidens von Teillieferungen bereitgestellt. Diese Aufgabe wird vom neu geschaffenen operativen Einkauf übernommen.

Wertschöpfungszentren zeichnen sich weiterhin dadurch aus, daß alle am Wertschöpfungsprozeß direkt und indirekt beteiligten Funktionen vor Ort, also prozeßnah eingesetzt werden. Durch diese Integration von Geschäfts- und Produktionsprozessen sollen aufwendige Koordinierungsaufgaben minimiert werden, aber auch eine bessere Identifikation indirekter Bereiche mit dem eigentlichen Wertschöpfungsprozeß bewirkt werden (vgl. Kapitel 7.1.2).

### 7.1.2 Integration angeschlossener Geschäftsprozesse

Der Produktionsprozeß „Installationsgeräte“ ist informationstechnisch eng mit der dispositiven Auftragsabwicklung aber auch mit der Produkt- und Prozeßentwicklung für diese Produktgruppe verbunden. Zur effizienten Gestaltung des Kernprozesses „Installationsgeräte“ sind deshalb die angeschlossenen Aktivitäten hinsichtlich ihrer organisatorischen und räumlichen Positionierung zu untersuchen.

Bild 7.8 beschreibt die Struktur der an den Produktionsprozeß angeschlossenen Geschäftsprozesse nach Fachbereichen und quantifiziert die Schnittstellenaktivitäten. Dabei wird deutlich, daß bei den Funktionen Fertigungssteuerung, Einkauf und Fertigungsplanung der weitaus größere Zeitanteil der Schnittstellenaktivitäten produktionsprozeßspezifisch zugeordnet ist. Die vorliegenden Aufwendungen entstehen zu großen Teilen durch Koordinationsmaßnahmen zwischen den Schnittstellenpartnern. Die Funktion Disposition besitzt ausschließlich indirekte Kontakte zum betrachteten Produktionsprozeß und damit keine direkten Koordinationsaufwendungen.

Dabei ist zu beachten, daß in den vorgestellten Fachbereichen jeweils eine Mitarbeiterin bzw. ein Mitarbeiter für jeweils eine Produktgruppe vorgesehen ist. Disposition und Einkauf sind räumlich vom Produktionsstandort getrennt. Das gleiche gilt für die Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung. Alle Arbeitsplätze sind informationstechnisch über ein PPS-System vernetzt.

Im vorliegenden Beispiel werden zwei wesentliche Maßnahmen getroffen. Die operativen Aktivitäten des Einkaufs und die Fertigungssteuerung als Ganzes werden einer Person vor Ort im Wertschöpfungszentrum übertragen. Damit erfolgt die unmittelbare Vorbereitung des Produktionsprozesses mit Sicherung der Materialverfügbarkeit und ressourcenoptimalen Einplanung des Auftrages direkt im Wertschöpfungszentrum. Als Planungsmedium steht ein Leitstand mit entsprechender Schnittstelle zur Disposition (Grobplanung) zur Verfügung.

Weiterhin wird die Fertigungsplanung in das Wertschöpfungszentrum integriert. Durch die ständige Betreuung der Produktionssysteme vor Ort in Verbindung mit der Einführung von Qualitätszirkeln, kann ein kontinuierlicher Verbesserungsprozeß in Gang gesetzt werden.

Dabei können insbesondere auch Erfahrungen des Bedienungspersonals genutzt und vom Fertigungsplaner ad hoc in Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt werden.

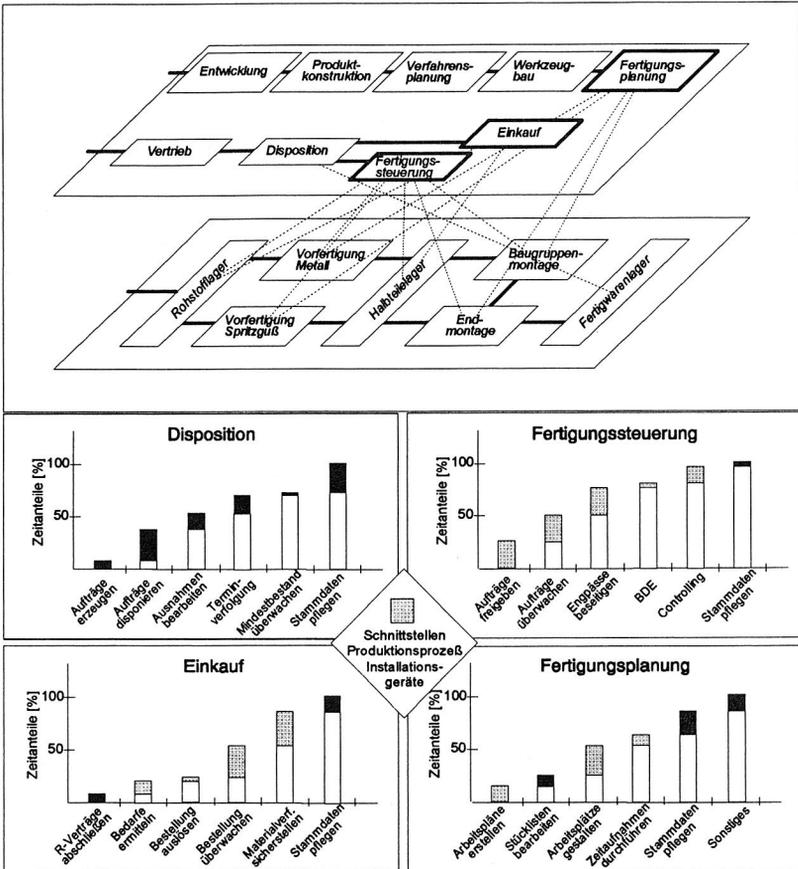


Bild 7.8: Analyse der Schnittstellenaktivitäten zwischen dem Produktionsprozeß „Installationsgeräte“ und den angeschlossenen Geschäftsprozessen

Durch die Integration kernprozeßrelevanter indirekter Funktionen aus angeschlossenen Geschäftsprozessen mit direkten Funktionen (Produktionsprozeß) wird ein dezentrales, autonomes Organisationselement geschaffen, das verwaltungstechnisch als Profit Center geführt werden kann.

### 7.1.3 Anpassung der Produktionsplanung und -steuerung

Die im vorgestellten Beispiel vollzogene Dezentralisierung koordinierender Funktionen bedingt weiterhin eine Anpassung der bislang zentral organisierten Produktionsplanung und Produktionssteuerung.

Die grundlegende Problematik jeglicher Optimierungsversuche in der Fertigungsplanung und -steuerung ist durch den Konflikt konkurrierender Zielvorgaben gekennzeichnet. Da beispielsweise die Termintreue der Aufträge und die Kapazitätsauslastung der Maschinen durch sich widersprechende Maßnahmen sicherzustellen sind, ist ein gleichzeitiges Erfüllen kombinierter Ziele unmöglich, es werden sich immer nur Kompromißlösungen anbieten. Das Ziel der Kapazitätsauslastung bedingt einen niedrigen Kapazitätsbestand (wenige Maschinen) und einen hohen Materialbestand, damit die Maschinen stetig belastet werden können. Das Ziel der Termintreue verlangt nach einem Kapazitäts- und Materialüberhang, damit jeder Auftrag rechtzeitig erfüllt und nicht aufgrund von fehlenden Ressourcen verspätet beendet wird.

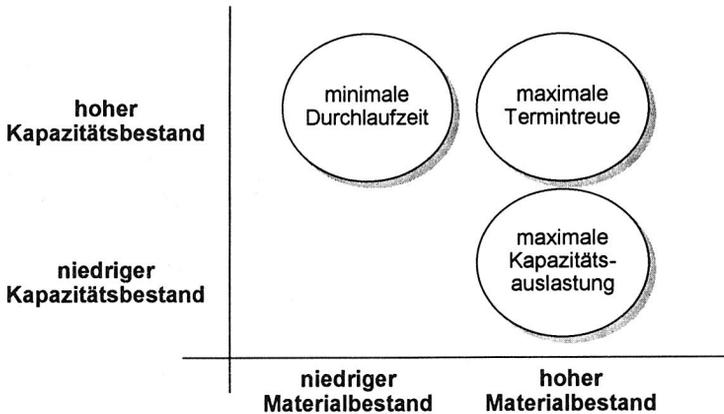


Bild 7.9: Beispiel für Widersprüche in den Planungs- und Steuerungszielen

Aktuelle Produktionsphilosophien weisen die reaktionsstarke Markt- und Kundenorientierung als oberstes Ziel aus. Damit gewinnt die Termintreue gegenüber ressourcenorientierten Zielen (Kapazitätsauslastung) an Bedeutung. Um gleichzeitig die Kapitalbindung durch zu hohe Bestände zu reduzieren, folgt das Streben nach kleinen Losgrößen. Aber auch diese ziehen (siehe Bild 7.10) erhebliche Probleme nach sich. An dieser Stelle sind insbesondere innovative technische Systemlösungen gefragt. Kapitel 7.1.1 zeigte am Beispiel der Fertigung von Installationsgeräten wirtschaftliche Lösungen auf.

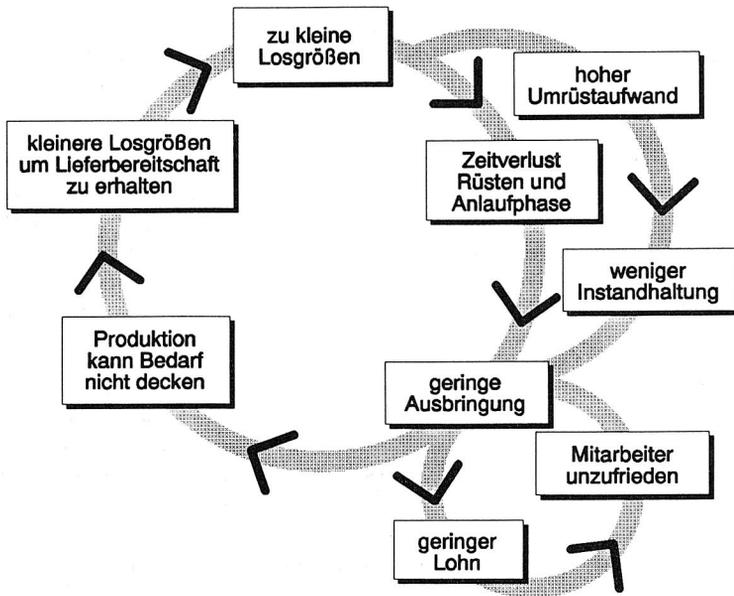


Bild 7.10: Teufelskreis kleiner Losgrößen

#### Defizite zentraler Steuerungssysteme

Die Erfahrungen mit existierenden PPS-Systemen zeigen große Schwächen insbesondere in der Feinplanung und Steuerung der einzelnen Fertigungsbereiche. Diese sollen im folgenden aufgezeigt werden, denn sie führen schließlich zum begründeten Einsatz dezentraler Steuerungsstrukturen.

Selbst bei günstiger Anwendung zentraler PPS-Systeme sind diese bereits konzeptionell bei Steuerungsaufgaben überfordert, so daß sie die gesteckten Anforderungen nicht effektiv erfüllen können. Diese Systeme sind in ihrer Modellbildung, um die Komplexität der Aufgabenstellung zu reduzieren, derart abstrahierend, daß ihre Modelle keine adäquate Abbildung der Wirklichkeit darstellen.

Daher muß diese Modellkomplexität durch die Beschränkung auf kleine Bereiche reduziert werden. Somit ist es möglich, die vor Ort anfallenden Aufgaben mit adäquaten Methoden zu lösen. Es sind dafür Fertigungsleitstände zur Planung, Steuerung und Wahrnehmung von Controllingfunktionen in dezentralen Fertigungseinheiten einzusetzen.

PPS-Systeme gehen den Weg der Sukzessivplanung, das heißt das Ergebnis einer Funktion fließt als Eingabeparameter in die folgenden Bearbeitungsschritte ein, ohne daß von diesen wiederum Rückflüsse zu den vorangegangenen Schritten möglich sind. Beispielsweise spie-

len Ergebnisse der Durchlaufterminierung (Einplanung mit Berücksichtigung der vorhandenen Kapazitäten) für die vorangegangene Mengenplanung keine Rolle mehr. Dies hat zur Folge, daß die gewünschte optimale Lösung, die durch eine kombinierte Betrachtung ermöglicht würde, nicht erzielt werden kann.

Auch die vorhandene Komplexität und Vielfalt der Einflußfaktoren auf die Modellierung der Fertigung wird von den Modellen derart reduziert, daß zwar eine Lösung erzeugt wird, diese aber in der Realität nicht effektiv ist. Dieses ist am deutlichsten bei der Nichtbetrachtung relevanter Ressourcen [98] zu erkennen. Die relevanten Einflußfaktoren auf die Belegung von Aufträgen sind neben den Maschinen auch das Personal, die verwendeten Werkzeuge und die Materialverfügbarkeit. PPS-Systeme reduzieren eine Kapazitätsbetrachtung allgemein nur auf Engpaßmaschinen.

Das Ergebnis der Planungsbemühungen sind Fertigungs- und Montageaufträge für die gesamte Produktion, die für einen gewissen Planungshorizont festgelegt werden. Dabei unterliegt nach Meyer [77] bekanntlich grundsätzlich jede Planungstätigkeit dem Einfluß der Ungewißheit bis zur späteren Realisierung. Diese ist umso größer, je weiter der Realisierungszeitpunkt vom Planungszeitpunkt entfernt ist. Zusätzlich spielt die Länge des Planungshorizontes bei der Berücksichtigung ungewollter Einflüsse auf die Planungsergebnisse eine große Rolle. Auch hier gilt, daß ein kürzerer Planungshorizont weniger anfällig für ungewiß auftretende Störungen ist.

Gegenüber der Schwächen ist jedoch schwerwiegender, die Steuerungsproblematik mit zentralen Systemen zu beurteilen. In der Praxis auftretende Störungen und Abweichungen im geplanten Fertigungsablauf verlangen reaktionsstarke Mechanismen, die vor Ort angewandt werden müssen. In zentralen Systemen bedeutet dies, daß ständig die Prozeßparameter erfaßt, an die Zentrale übertragen und dort gegebenenfalls in Neuplanungen umgesetzt werden müssen. Die entstehenden Planungsänderungen wiederum werden an die Produktionsstätten übermittelt und dienen den Mitarbeitern als Vorgaben. Aufgrund der Komplexität der ineinandergreifenden Prozesse führt das zu ständigen Änderungen über die gesamte Fertigungsstruktur, die mit einem immensen Rechenaufwand verbunden sind und in der Fertigung zu ständiger Unruhe führen.

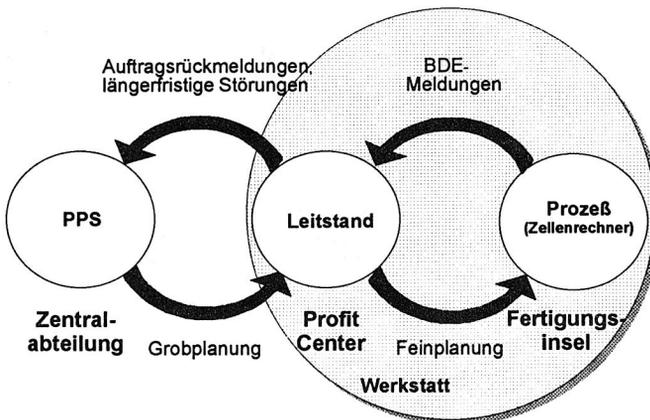
Eine zentrale Planung und Steuerung widerspricht auch der Mitarbeitermotivation, d.h. dem Streben nach selbständigen, engagierten Mitarbeitern. Durch zentrale Vorgaben fühlen sich die Mitarbeiter zu ausführenden Befehlsempfängern degradiert, die jegliche Eigenverantwortung an übergeordnete Stellen abzutreten haben. Dabei liegt gerade im eigenverantwortlichen Handeln ein großes Potential zur verbesserten Ablaufgestaltung. Dezentralisierung trägt zur Mitarbeitermotivation bei, die durch weitergehende Maßnahmen, beispielsweise Qualitätszirkel, Prämienentlohnung und flexible Arbeitszeitmodelle unterstützt werden muß.

Insbesondere der Zwang der stärkeren Markt- und Kundenorientierung spricht in Zukunft gegen starre, wenig flexible Systeme. Diese Unternehmensziele erfordern, speziell bei Ein-

führung eines 24h-Lieferservice für ausgewählte Produkte (Standard in dieser Branche) reaktionsfähige und transparente Fertigungssteuerungssysteme.

### *Konzept eines dezentralen Fertigungssteuerungssystems*

Die genannten Schwächen zentraler Systeme und neue Anforderungen führen zu neuen dezentralen Ansätzen auch in der Fertigungssteuerung. Der entscheidende Aspekt dieser Entwicklung besteht in der Erkenntnis, daß nur vor Ort stattfindende Feinplanung und Steuerung, die durch entsprechende aufbau- und ablauforganisatorische Maßnahmen gestärkt werden, den zukünftigen Anforderungen gewachsen sein können.



*Bild 7.11: Hierarchische Regelkreise der Fertigungssteuerung*

In Bild 7.11 werden die wesentlichen Bausteine der Planungs- und Steuerungshierarchie erläutert. Durch die dreistufige Verantwortungsverlagerung erhält jeder Bereich genau die Aufgaben, für die er die besten Lösungsvoraussetzungen erfüllt.

Die bisherigen Aufgaben der zentralen PPS-Systeme bezüglich der Feinplanung der Fertigung werden gänzlich in die dezentralen Einheiten delegiert. Dazu bekommt die dezentrale Fertigungssteuerung und -planung am Leitstand einen Auftragsvorrat von einigen Wochen zugeteilt, über den sie in einem gewissen Rahmen selbstständig entscheiden darf. Dabei finden die Planungs- und Steuerungsvorgänge als ständig ablaufende Regelkreise statt, so daß aufgetretene Änderungen und Störungen jederzeit aktualisiert werden und damit für Umplanungen zur Verfügung stehen.

Der Fertigungsleitstand wird beispielsweise vom Meister des jeweils betroffenen Bereichs bedient. Durch Planung und Festlegung von Tagesscheiben der Aufträge für die zugehörigen Arbeitsplätze entsteht ein Arbeitsvorrat für die Planung und Steuerung innerhalb der

Prozezebene. Hier ist es den beteiligten Mitarbeitern und Arbeitsgruppen überlassen, soweit möglich ihre Aufgaben nach eigenen Erfahrungswerten zu koordinieren.

Der Vorgang der Feinplanung durch die Meister wird täglich vor Schichtbeginn durchgeführt, so daß aufgetretene Veränderungen stets berücksichtigt werden. Diese Veränderungen betreffen die Auftragsituation, das heißt beispielsweise verspätete, noch in den zukünftigen Planungshorizont hineinreichende Aufträge und die zur Verfügung stehenden Kapazitäten. Darunter sind kurzfristige Änderungen des Personalbestandes (z.B. durch Krankheit) und der Fertigungseinrichtung (z.B. Maschinenausfall während der Nachtschicht) einzuordnen. Erkennt der Meister eine Kapazitätsunterdeckung, so besteht die Möglichkeit, Kapazität durch z.B. weitere Schichten zu erhöhen. Die derart gewonnene Transparenz zeigt deutlich, daß weitreichende Reaktionsmechanismen für eine optimale Planung zur Verfügung gestellt werden [46].

Treten während des Tages Störungen auf bzw. werden Eilaufträge zur Bearbeitung eingelastet, so ist es aufgrund der geschaffenen Transparenz leicht möglich diese einzuplanen.

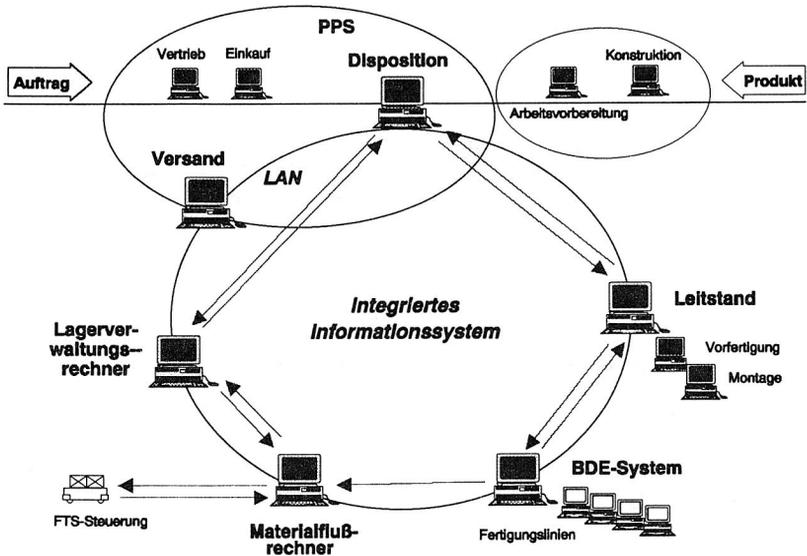


Bild 7.12: Gesamtkonzept zur dezentralen Fertigungssteuerung

Den Leitständen ist die Materialflußsteuerung unterlagert, die im folgenden vollständig beschrieben werden soll:

Die Materialflußsteuerung wird von einem Materialflußrechner bzw. Lagerverwaltungsrechner in Verbindung mit dem BDE-System und den Leitständen durchgeführt. Dabei wer-

den Materialanforderungen an den Arbeitsplätzen über BDE-Terminals, nach Entnahme des letzten Korbes von der Palette, ausgelöst. Die aus dem Halbleilelager kommenden Paletten sind mit ID-Barcodes gekennzeichnet. Dieser Code wird bei der Einlagerung der Halbleile ins Halbleilelager erstellt. Im Lagerverwaltungsrechner ist diesem Code die Art und Menge der Halbleile zugeordnet. Über den Materialflußrechner wird die Zielinformation bzw. die Palettenbereitstellungsfläche in der Fertigung zugeordnet und der FTS-Steuerung übermittelt.

Der Fertigteilabtransport erfolgt über Fertigmeldung an den BDE-Terminals der Arbeitsplätze bzw. -linien. Bei Abtransport der Fertigteile wird automatisch eine Anforderung für eine Leerpalette generiert.

Der Leerpalettenabtransport bzw. Restbestandsabtransport erfolgt analog. Er wird durch eine Fertigmeldung an den BDE-Terminals ausgelöst. Regalpuffer für Kleinteile werden vom Leitstand mitverwaltet.

#### *Rechnergestützte Modellierung alternativer Steuerungssysteme*

Es gilt, unter Nutzung der neu geschaffenen Simulationsmöglichkeiten integrierter Informations- und Materialflüsse die Vorteilhaftigkeit dezentraler Steuerungsstrukturen quantifiziert herauszuarbeiten. Dazu sollen die Strukturen zentraler und dezentraler Steuerungskonzepte modelliert werden und unter Einsatz von Animationen jeweils beschreibende Kenngrößen generiert und verglichen werden.

Bild 7.13 beschreibt die schematischen Modelle zentraler und dezentraler Fertigungssteuerungsstrukturen. In beiden Fällen wird das Fertigungsprogramm für einen Zeitraum von ca. zwei bis drei Wochen vom Disponenten zusammengestellt und im Rahmen einer Besprechung mit den Meistern diskutiert. In Folge plant der Meister Maschinen und Personal ein, und bestellt vor dem Start des Fertigungsauftrages Material im Halbleilelager. Der Arbeitsfortschritt wird täglich bzw. nach Fertigstellung des Auftrages gemeldet. Bei Ablieferung an das Fertigwarenlager werden Buchungsvorgänge durchgeführt. Der Zeitbedarf zur Ausführung der dargelegten Aktivitäten wurde mittels Zeitaufnahmen und Bildung von Durchschnittswerten bezogen auf einen Fertigungsauftrag ermittelt. Weiterhin wurde die Häufigkeit erforderlicher Regelungseingriffe nach jeder Aktivität durch entsprechende Aufschreibungen festgestellt. Beispielsweise treten bei zentraler Fertigungssteuerung in 5% aller Fälle nach erfolgtem Start des Fertigungsauftrages noch Störungen auf, die zu entsprechenden Korrekturen im Fertigungsprogramm führen (vgl. Bild 7.13).

Man erkennt bereits anhand des schematischen Modells Vorteile dezentraler Steuerungsstrukturen. Sie treten in Form kürzerer Regelkreise und damit beschleunigter Entscheidungsfindung zutage. Daraus resultiert insgesamt ein geringerer personeller Kapazitätsbedarf zur Koordination der Aufgaben.

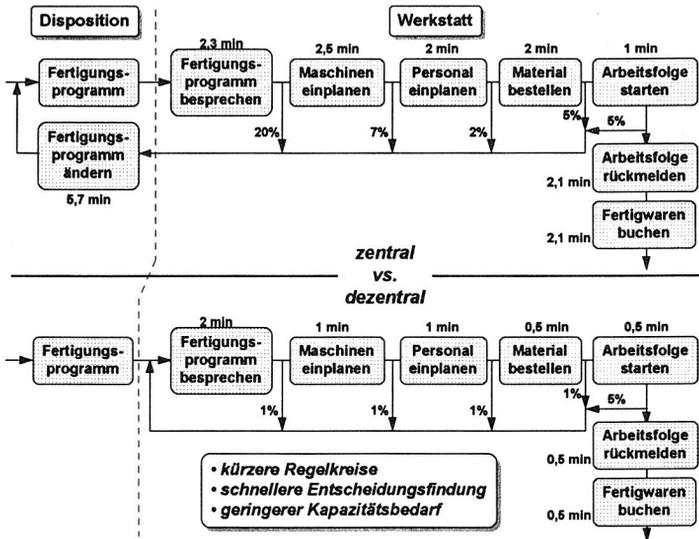


Bild 7.13: Schematische Modelle der zentralen und dezentralen Fertigungssteuerung

Zur Quantifizierung obiger Feststellungen wurden die Strukturen dezentraler und zentraler Steuerungsmechanismen mit dem in Kapitel 5.2 vorgestellten rechnergestützten Werkzeug modelliert. Als Rahmenbedingungen wurden die in Bild 7.13 genannten Parameter und weiterhin eine Wochenarbeitszeit von 36 Stunden unter Berücksichtigung von 50 Fertigungsaufträgen pro Woche zugrunde gelegt.

Bild 7.14 zeigt eine Bildschirmkopie der laufenden Simulation für einen Zeithorizont von zwei Wochen (100 Fertigungsaufträge). Man erkennt, daß nach einer Zeit  $x$  im Falle der zentralen Fertigungssteuerung 9 Fertigungsaufträge eingeplant wurden, dabei einer an die Disposition zurückgegeben werden mußte und noch 88 Aufträge planerisch unbearbeitet warten. Dagegen wurden im gleichen Zeitraum durch dezentrale Steuerungsmechanismen bereits 23 Aufträge abgearbeitet.

Auf der Grundlage einer 36-Stunden-Woche können die Simulationsergebnisse nun wichtige Hinweise auf die zeitliche Belastung von Meister und Disponent durch Aufgaben der Fertigungssteuerung geben.

Es zeigt sich, daß bei Realisierung einer dezentralen Fertigungssteuerung der Meister nur 13% seiner gesamten Arbeitszeit für diese Koordinationsaufgaben benötigt. Bei zentraler Fertigungssteuerung ist der Zeitaufwand diesbezüglich aufgrund langer Regelkreise um ca. Faktor drei erhöht. Zusätzlich wird in diesem Fall die Disposition mit Steuerungsaufgaben zu ca. 7% belastet.

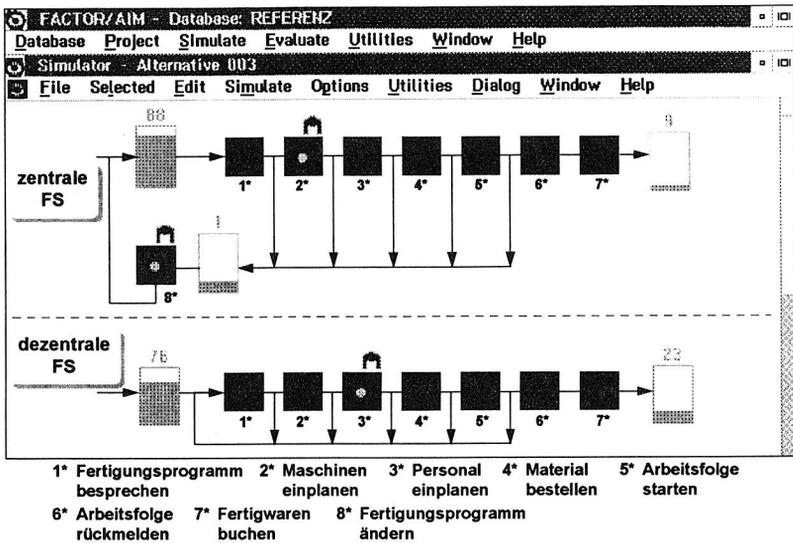


Bild 7.14: Animierte Modelle der zentralen und dezentralen Fertigungssteuerung

Weitergehende Auswertungen zeigen, daß die effektive Zeit pro Auftrag im Mittel bei zentralem Steuerungssystem 16,9 min beträgt, dagegen unter Nutzung dezentraler Mechanismen auf 6,3 min gesenkt werden kann.

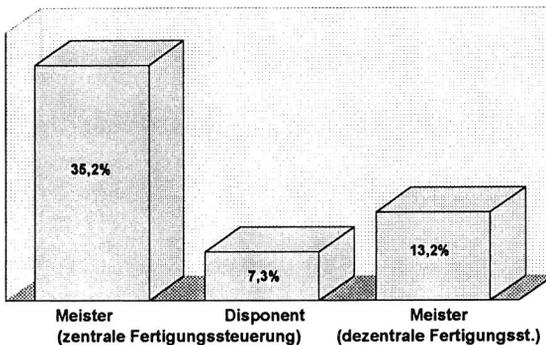


Bild 7.15: Anteil der Fertigungssteuerung an der Gesamtarbeitszeit der Mitarbeiter

Ohne Berücksichtigung von Störungen und damit ohne Anstoß von Regelungsschleifen würde die Sollzeit pro Auftrag im Fall zentraler Steuerung 14 min betragen, bei dezentraler Steuerung 6 min. Eine Analyse des Mehraufwands zur Erfüllung von Steuerungsaufgaben

bei Störungen macht den überproportionalen Anstieg der Aufwendungen für lange Regelschleifen bei zentralen Steuerungssystemen deutlich (vgl. Bild 7.16).

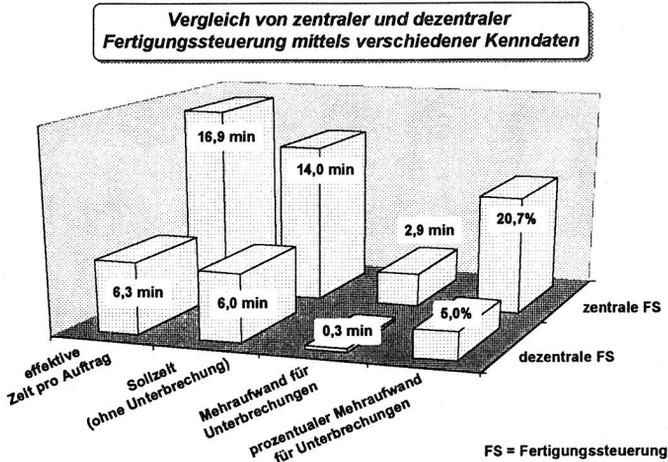


Bild 7.16: Quantifizierter Vergleich von zentraler und dezentraler Fertigungssteuerung

Mit diesen Ausführungen konnte die Vorteilhaftigkeit dezentraler Steuerungsstrukturen eindeutig nachgewiesen werden. Die Umsetzung derartiger Lösungen ist besonders zu empfehlen. Bild 7.17 zeigt dazu hierarchische Regelkreise eines realisierten PPS-Konzeptes.

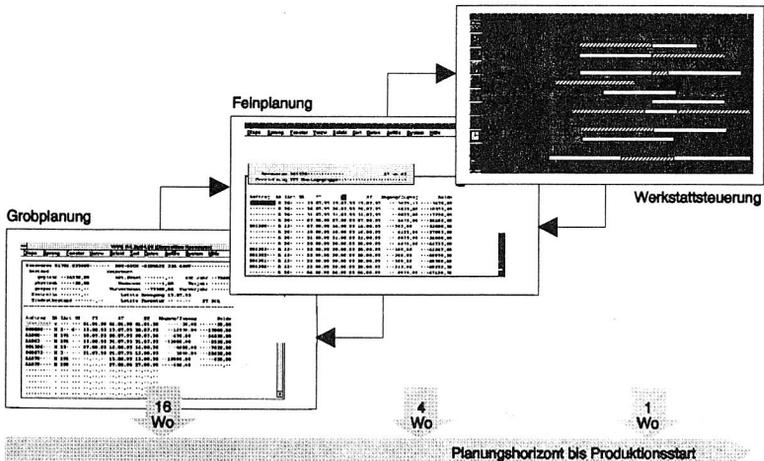


Bild 7.17: Hierarchische Regelkreise der Produktionsplanung und -steuerung (VPPS)

## 7.2 Effiziente Ressourcennutzung durch Vermeidung von Verschwendungen

Ein wesentlicher Leitgedanke wirtschaftlicher Ablaufgestaltung ist die Vermeidung jeglicher Art von Verschwendungen. Die folgenden Ausführungen zeigen Möglichkeiten der praktischen Umsetzung.

### 7.2.1 Verbesserte Ressourcennutzung in der Produktionsgruppe

Betrachtungsgegenstand sei ein hybrides Montagesystem für elektromechanische Standardprodukte. Die Mitarbeiter können über ihre Leistung den Systemoutput gezielt beeinflussen und werden deshalb im Einzelakkord bewertet. Eine Analyse der Zeitgrade zeigt eine konstant hohe Leistung bei ca. 130% auf. Leistungsreserven sind offensichtlich, können aber gegenwärtig vom Arbeitgeber nur über eine Verbesserung des Systems - nur in diesem Fall sind erneute Zeitaufnahmen möglich - erschlossen werden.

Durch die in Kapitel 6.3.2 vorgestellten Maßnahmen zur Visualisierung von Leistungsdaten in der Produktionsgruppe können den Mitarbeitern diese Leistungsreserven und Wege zu deren Aktivierung zwar transparent gemacht werden, grundsätzlich wird in der Praxis aber die Motivation zur Erschließung der Reserven nicht vorhanden sein. Die Aufgabe besteht folglich darin, neben der täglichen Visualisierung von Schwachstellen der Produktionsgruppe in Form von verständlichen und einfachen Kennwerten, ein Anreizsystem zur Nutzung dieser Chancen für den Mitarbeiter zu schaffen.



Bild 7.18: Produktionsgruppe bei der Montage elektromechanischer Standardprodukte

Bild 7.19 beschreibt ein motivierendes Gruppenprämienystem das den beschriebenen Anforderungen gerecht werden kann. Demnach setzt sich der Bruttolohn aus einem Grundlohn (ca. 70%) und einer Prämie (ca. 30%) zusammen. Die Prämie wird flexibel aus der jeweils gemittelten „Monatsüberproduktivität“ (Monatsproduktivität - 100%) multipliziert mit dem jeweiligen Grundlohn (für Montiererinnen und Einrichter individuell festgelegt) errechnet. Aus diesem Schema resultiert zunächst noch kein großer Anreiz zur kontinuierlichen Steigerung der Leistung. Indem dem Unternehmen aber die Möglichkeit gegeben wird der Gruppe bei konstant hoher Leistung (z.B. 130%) „Vorgabezeit abzukaufen,“ wobei damit gleichzeitig der Grundlohn angehoben aber auch die Vorgabezeit gesenkt werden, entsteht ein großer Leistungsanreiz. Der Prämienverlauf kann in Abhängigkeit des „Reglements beim Verkauf von Vorgabezeit“ linear, stufenförmig, progressiv oder degressiv gestaltet werden. Die Vereinbarung dieser Regelung nimmt damit bei der Einführung eines derartigen Entlohnungssystems eine Schlüsselposition ein.

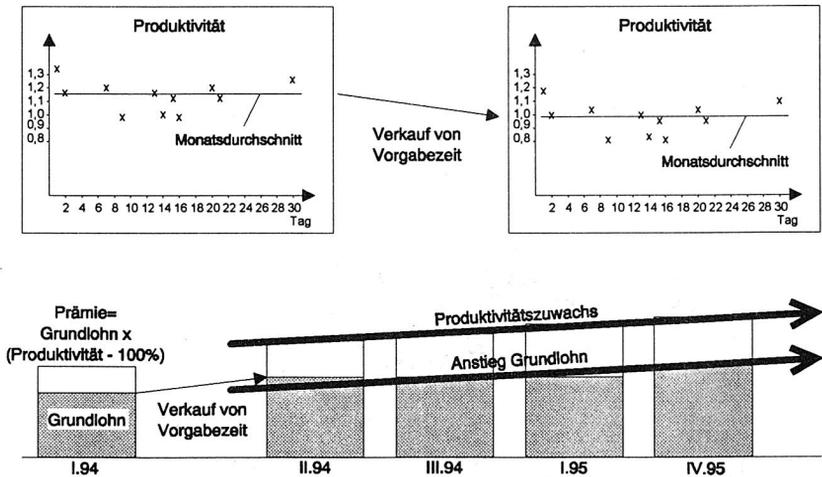


Bild 7.19: Gruppenprämienystem auf der Basis visualisierter Leistungsmerkmale

Im Prinzip bedeutet dies, daß mit steigender Leistung auch der Bruttolohn der Mitarbeiter zunimmt. Der Vorteil für das Unternehmen besteht darin, daß nicht zusätzliche ungeübte und damit wenig produktive Mitarbeiter eingestellt werden müssen. Das Unternehmensziel, mit bestehenden Ressourcen einen größeren Output zu erzielen, wird erreicht. Die Mitarbeiterzufriedenheit steigt, da das Entgelt kontinuierlich an die Leistung angepaßt wird.

Bei konstant schlechter Leistung der Arbeitsgruppe - Produktivität kleiner 100% - kann im umgekehrten Fall natürlich von der Arbeitsgruppe „Vorgabezeit zurückgekauft“ werden.

Wie praktische Erfahrungen zeigen, gestaltet sich die Einführung derartiger Systeme allerdings sehr schwierig. Vorurteile gegenüber neuen Lösungen verbunden mit Befürchtungen, in Zukunft monetäre Nachteile in Kauf nehmen zu müssen, tragen dazu bei. Es ist ratsam, von Beginn an, also bereits in der Konzeptphase, Vertreter aller Seiten am Projekt zu beteiligen und damit gemeinsam an der Aufgabenstellung zu wachsen.

### 7.2.2 Verbesserte Ressourcennutzung bei der Produkt-/Prozeßentwicklung

Als weiteres Beispiel dafür, wie der Leitgedanke der Vermeidung von Verschwendungen in das Unternehmen hineingetragen werden kann, soll der Geschäftsprozeß „Produkt-/Prozeßentwicklung“ betrachtet werden.

Hinsichtlich der Ablauforganisation sind an die Produkt-/Prozeßentwicklung zwei wesentliche Anforderungen zu stellen:

- Termine halten
- Kosten senken

Die Komplexität der Aufgabenstellung erfordert die Unterstützung durch ein leistungsfähiges Projektmanagement. Es gilt, die Zielgrößen Kosten und Zeit zu planen, in einem Regelkreis zu überwachen und schließlich zu steuern.

Schwerpunkte der Projektplanung sind in der Festlegung von Abläufen mit Angabe von Teilzielen zu sehen. Dazu wird das Projekt in Teilaufgaben strukturiert, die in eine sinnvolle zeitliche Reihenfolge gebracht werden. Den Teilaufgaben sind geschätzte Planvorgaben zuzuordnen. Dazu gehören die Dauer der Vorgänge, die Kosten und die jeweils ausführenden Mitarbeiter. Um während des Projektverlaufs eine schnelle Kontrolle über den Projektfortschritt zu erhalten, sind Meilensteine einzuplanen. Weiterhin ist festzulegen, in welchen Zeitintervallen ein Soll-/Istvergleich durchzuführen ist.

Bei der Projektüberwachung werden die sich während der Durchführung ergebenden Istwerte der Zielgrößen erfaßt und mit den in der Projektplanung festgelegten Sollvorgaben verglichen. Auf dieser Basis ist eine Bewertung des Projektfortschritts möglich, falls erforderlich können Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.

Sind während der Projektüberwachung Planabweichungen festgestellt worden, muß mit der Projektsteuerung eingegriffen werden. Zu dieser gehören sämtliche Maßnahmen, die das Erreichen der Planvorgaben zum Ziel haben.

Zur Planung, Überwachung und Steuerung der Produkt-/Prozeßentwicklung wurde das rechnergestützte Werkzeug MS-Project 4.0 eingesetzt. Zur besseren Visualisierung verschiedener Controllingfunktionen wurde die Standardsoftware um entsprechende grafische Module erweitert. Bild 7.20 zeigt diesbezüglich die grafische Darstellung der aus dem Ablaufplan (Soll-Ist-Vergleich) abgeleiteten Kosten- und Zeitabweichungen.

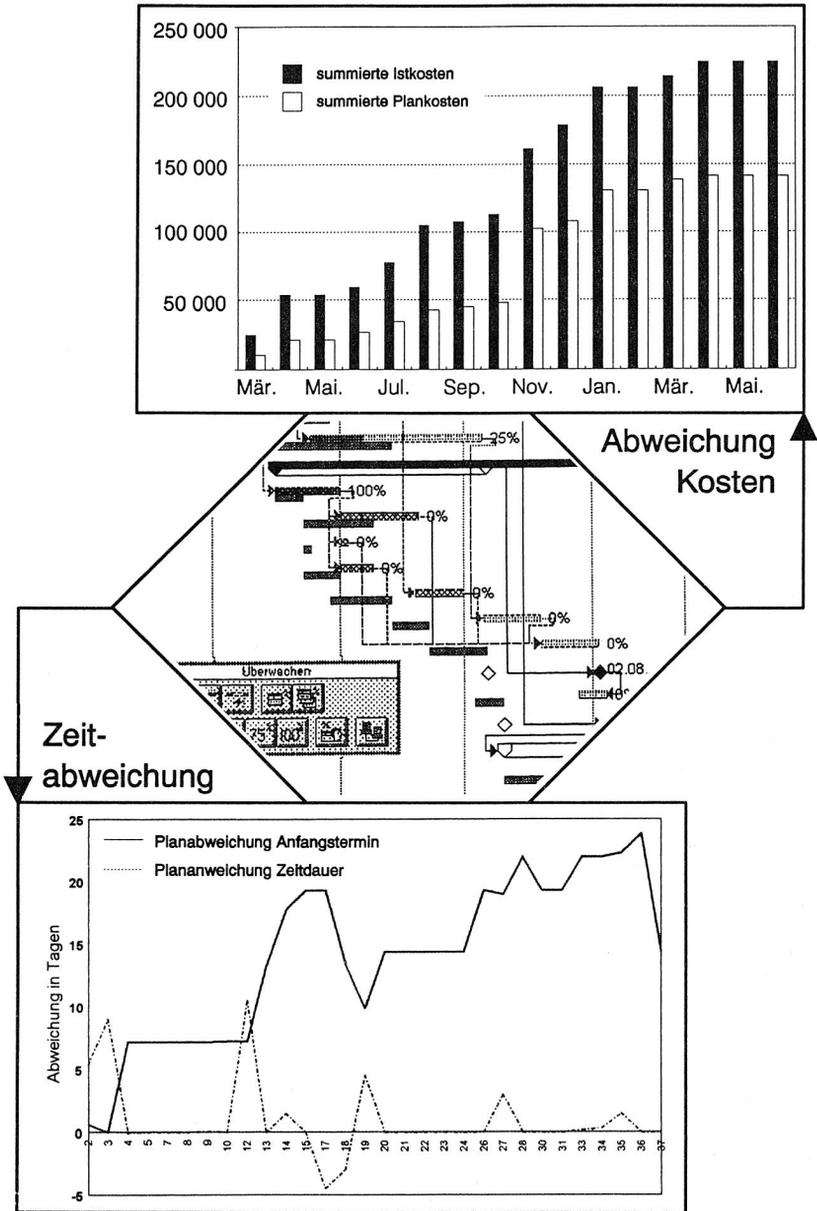


Bild 7.20: Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten

Dabei kann die Zeitabweichung als Planabweichung vom Anfangstermin bezogen auf den jeweiligen Vorgang dargestellt werden. Daraus erkennt man die zeitliche Verschiebung der Starttermine und deren Abhängigkeiten. Die Zeitabweichung kann aber auch absolut bezüglich einzelner Vorgänge abgelesen werden. Aus der Summe der absoluten Zeitabweichungen folgen unter Berücksichtigung der logischen Vorgangsverknüpfungen wiederum die Planabweichungen der Vorgangsanfangstermine.

Die grafische Darstellung der Kostenabweichungen vergleicht die vorgangsspezifischen Plankosten mit den entstandenen Istkosten und gibt damit einen guten Überblick zum laufenden Kostenverzehr des Projektes.

Da sowohl Kostenabweichungen als auch Zeitabweichungen auf der Basis eines gemeinsamen Ressourcenpools (Mitarbeiter, Werkzeuge etc.) generiert werden, sind diese Werte stets logisch voneinander abhängig.

Mit Hilfe des vorgestellten Projektmanagementsystems wird das Projektteam in die Lage versetzt Abweichungen von den Planwerten frühzeitig zu erkennen. Damit ist der Mitarbeiter in der Lage sehr reaktionsstark Abhilfemaßnahmen einzuleiten und damit vorgegebene Ziele besser einzuhalten.

### **7.2.3 Verbesserte Ressourcennutzung durch flußorientierte Layoutgestaltung**

Die Layoutgestaltung ist in der Praxis ein häufig vernachlässigter Problembereich. Das enorme in diesem Bereich steckende Ratiopotential muß als Herausforderung für die Einleitung entsprechender Maßnahmen gesehen werden. Das folgende Beispiel zeigt, wie durch flußorientierte Layoutgestaltung Verschwendungen vermieden werden können.

Die Gestaltung flußorientierter Strukturen in der Produktion verfolgt das Hauptziel der Minimierung des Aufwandes für Mikro- und Makromaterialfluß. Während der Makromaterialfluß die layoutgerechte Gestaltung der Haupttransportwege beschreibt, ist unter Mikro- materialfluß der Materialfluß der arbeitsplatzbezogenen Ebene zu verstehen. Im einzelnen sind dies die Arbeitsschritte, sowie deren logische und räumliche Verknüpfung und die Schnittstelle zum Makromaterialfluß, also die Anbindung an die Materialbereitstellung.

Optimierungsziele sind folglich die Minimierung des Transportaufwandes (Makromaterialfluß) und der Handhabungsaufwendungen (Mikromaterialfluß). Dabei schließt die Minimierung des Transportaufwandes neben der Optimierung von Transportentfernungen durch Zusammenlegung von Bereichen mit intensiven Transportbeziehungen auch die Senkung von Kapitalbindung infolge hoher Bestände ein und damit auch die Senkung der Durchlaufzeiten, sowie generell eine verbesserte Transparenz in Layout und Materialfluß. Der Forderung nach Minimierung der Handhabungsaufwendungen soll durch günstige Anordnung der Betriebsmittel zueinander und damit Verbesserung der Betriebsmittelkoordination durch den Bediener Rechnung getragen werden.

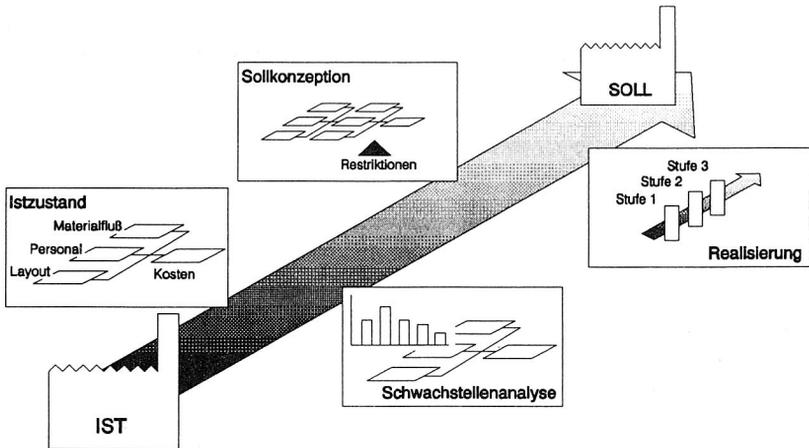


Bild 7.21: Vorgehensweise bei der Systemgestaltung

Bei der Umgestaltung von Materialfluß und Layout muß besonderes Augenmerk sowohl auf die Berücksichtigung von Rahmenbedingungen verschiedenster Art, als auch auf die Erfüllung von vorgegebenen Zielen gerichtet werden, was im Endeffekt einer Beseitigung der Schwachstellen unter Nebenbedingungen entspricht.

Neben produktionstechnischen, materialflußrelevanten und räumlichen Forderungen müssen bei der Layout- und Materialflußgestaltung sowohl bautechnische Möglichkeiten, als auch die einschlägigen behördlichen Vorschriften, ferner die vorhandenen Gegebenheiten mit berücksichtigt werden. Infolge dieser systemtechnischen Gegebenheiten kann die Planungsaufgabe als typische Problemstellung für den Einsatz eines heuristischen Planungsvorgehens betrachtet werden. Die optimale Lösung wird stufenweise erarbeitet, indem vorerst eine Anzahl alternativer Lösungen gegenübergestellt wird, und durch schrittweise Verfeinerung und stufenweise Variantenreduktion schließlich die optimale Lösung extrahiert wird [2].

Die Detaillierung und Weiterentwicklung des Konzeptes zu einem ausführungsfähigen Layoutplan und dessen Optimierung erfolgt auf Basis der Iteration. Durch das Layout wird der darin stattfindende Materialfluß festgelegt, welcher wieder als Optimierungskriterium bei der Layoutplanung zu sehen ist. Die Eingangsdaten der Layoutplanung folgen somit aus den Ausgangsdaten des Materialflusses und umgekehrt. Zusätzlich gelten die jeweils relevanten Rahmenbedingungen, die ebenfalls in den Eingangsdaten zu berücksichtigen sind.

Die Analyse des Istzustandes in Verbindung mit der Herausstellung von Schwachstellen ist die Ausgangsbasis zur Gestaltung neuer Systemstrukturen. Zur quantifizierten Bewertung von Layout und Materialfluß sind diese anhand von repräsentativen Kennzahlen zu spiegeln.

### Bewertung der Layoutstruktur

Als Bezugsgröße zur Bewertung der Layoutstruktur eignet sich der Flächenbedarf aufgeschlüsselt nach Produktionsgruppen. Zur Bewertung der Layouteffizienz ist diese Bezugsgröße in Relation zu setzen mit den zielgrößenkorrespondierenden Merkmalsausprägungen. Dies sind Herstellkosten, Werkstattbestände, Transportzeiten und eingesetztes Transportpersonal.

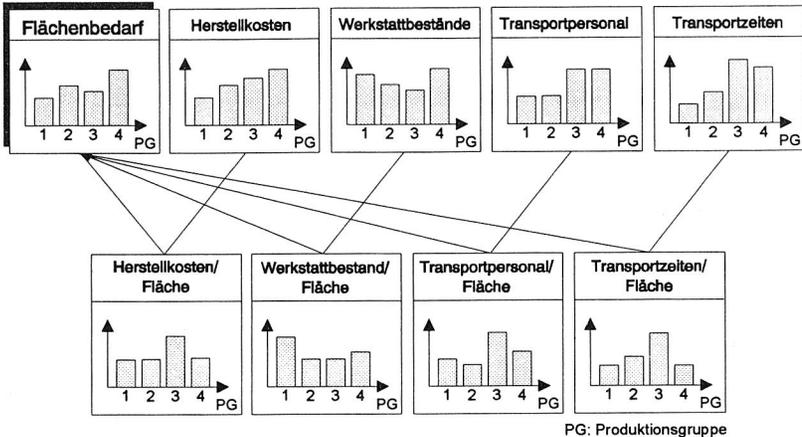


Bild 7.22: Kennzahlen zur Bewertung der „Layouteffizienz“

Solche Kennzahlen können zur Bestimmung der Position der Produktionsgruppen untereinander oder im Vergleich zu anderen Wettbewerbern (Benchmarking) verwendet werden. Daraus lassen sich Zielvorgaben zur Verbesserung des aktuellen Zustandes ableiten. Die Zielerfüllung ist im Rahmen eines Controlling zu überwachen, wobei die Bildung eines innerbetrieblichen Regelkreises anzustreben ist.

### Analyse des Materialflusses

Das oben beschriebene Kennzahlensystem soll vorwiegend als Motivator zur Einleitung weiterer, tiefergehender Untersuchungen interpretiert werden. Zur Bestimmung des Materialflusses können grundsätzlich direkte und indirekte Verfahren herangezogen werden.

Bei der direkten Erfassung werden die Transporte im bestehenden Betrieb aufgenommen, durch welche man, unter Beachtung der wahrscheinlichen Änderungen im Produktionsprogramm, auf den zu planenden Betrieb schließen kann. Nachteile der direkten Methode sind, daß nur die bewältigten Transporte aufgenommen werden können, und die Datenerfassung sehr aufwendig ist. Der große Vorteil besteht darin, daß neben den Durchschnittswerten

auch Spitzenwerte aufgezeigt werden können. Die Datenerfassung kann mittels Selbstaufschreibung und unter Nutzung des vorgestellten Analysetools (Bild 4.13) erfolgen.

Die indirekte Erfassung hat den Vorteil, daß sie unabhängig vom laufenden Betrieb erfolgt und meist mit wesentlich geringerem Aufwand bearbeitet werden kann. Ziel der durchzuführenden Untersuchungen soll die Ermittlung der sogenannten Gesamtfahrzeitmatrix sein. Sie liefert eine zeitlich quantifizierte Auswertung aller durchgeführten Transporte mit Angabe der Start-Ziel-Relationen und ist damit wesentliche Ausgangsbasis zur Abschätzung der monetären Transportaufwendungen.

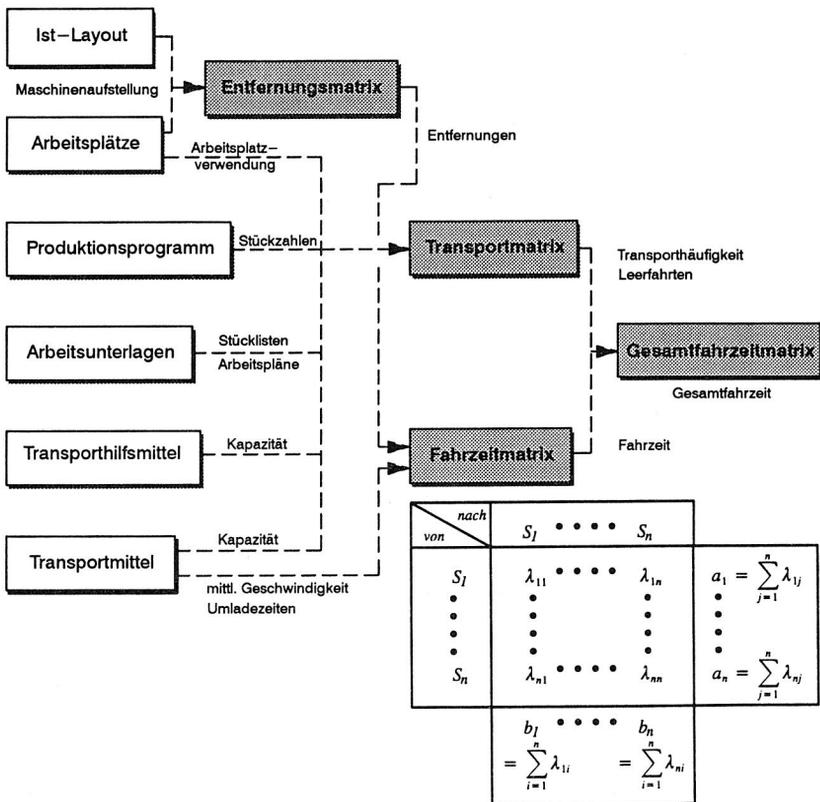


Bild 7.23: Ermittlung des Materialflusses aus Planzahlen, nach Großeschallau

Die Gesamtfahrzeitmatrix resultiert aus der Verknüpfung der Transporthäufigkeit (Transportmatrix) mit der jeweiligen Fahrzeit zur Ausführung der Transporte

(Fahrzeitmatrix). Die zur Erstellung einer Transportmatrix relevanten Daten können aus dem Produktionsprogramm unter Berücksichtigung von Arbeitsplänen, Stücklisten, Arbeitsplatzverwendungsnachweisen und Kapazitätsmerkmalen von Transportmitteln und Transporthilfsmitteln gewonnen werden. Die Fahrzeitmatrix resultiert aus der sogenannten Entfernungsmatrix unter Berücksichtigung der Transportgeschwindigkeit des jeweiligen Transportmittels und der Umladezeit. Die Daten der Entfernungsmatrix können unter Nutzung von maßstäblichen Layoutplänen oder direkt vor Ort gemessen werden. Dabei ist wiederum der Einsatz des in Bild 4.13 vorgestellten rechnergestützten Analysetools denkbar.

Bild 7.25 illustriert die Ausgangslage im vorliegenden Praxisbeispiel. Als besonderes Merkmal des Makromaterialflusses ist die Splittung des Produktionsprozesses auf räumlich getrennte Produktionsebenen hervorzuheben.

Weiterhin verhindert eine hohe Anzahl unterschiedlicher Förderhilfsmittel für Halbteile die Bildung konstanter Liefermengen (Lagereinheit = Transporteinheit = Verbrauchseinheit), was beispielsweise eine Grundvoraussetzung für die Einführung von JIT-Strategien wie KANBAN wäre. Außerdem ist aufgrund der Ausprägungen (Abmessungen, Gewicht) der Transporthilfsmittel häufig ein zusätzlicher Umladeaufwand nötig, um anschließend die Materialhandhabung im Arbeitsplatzbereich zu erleichtern.

Die mangelnde Transparenz im Materialfluß wird durch das Fehlen von definierten Stellplätzen beeinträchtigt, da Material an gerade opportunem Platzangebot gelagert wird. Durch unterlassene Rücklieferungen von nicht verbrauchtem Material werden hohe Bestände auf teurem Werkstattboden gehalten.

Bezüglich des realisierten Mikromaterialflusses sorgt das Fehlen eines durchgängigen Fließprinzips neben einem erhöhtem Handhabungs- und Transportaufwand für zusätzliche Pufferbestände zwischen den entkoppelten Arbeitsplätzen und hat damit auch negative Auswirkungen auf die Durchlaufzeit. Die Kommunikation ist behindert, ein Streben nach dem Gesamtoptimum schon innerhalb einer Produktionsgruppe nicht mehr möglich.

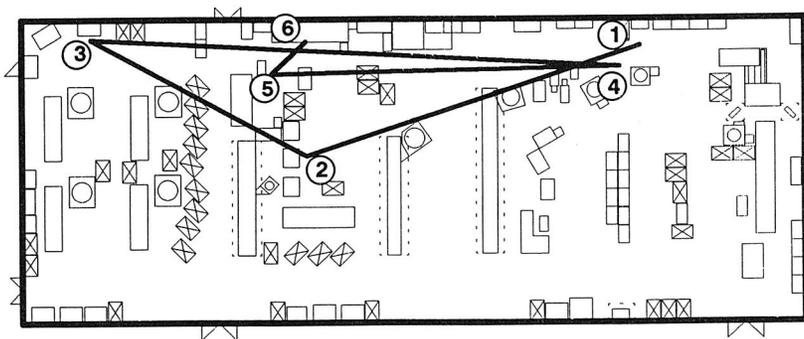


Bild 7.24: *Ungerichteter Mikromaterialfluß „Ist“ in der Fertigung Geräte*

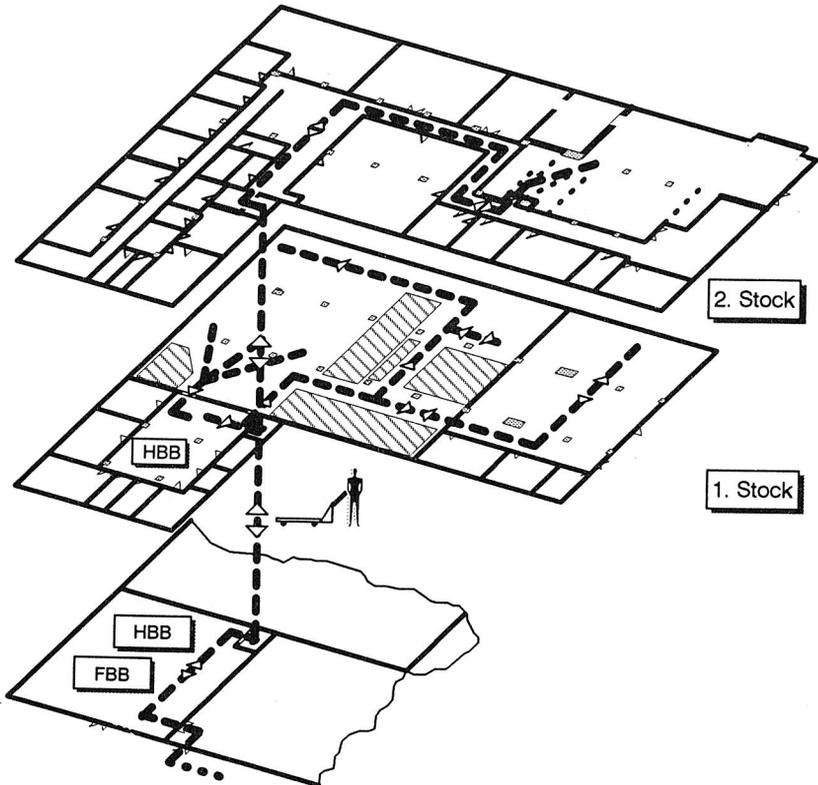


Bild 7.25: Entkoppelter Makromaterialfluß „Ist“ in der Fertigung Geräte

### Erstellung von Sollkonzepten

Die Zielerfüllung stellt in aller Regel eine sehr komplexe Aufgabe dar, was vor allem durch die große Zahl von zu beachtenden Restriktionen verursacht wird. Neben den oft konkurrierenden Zielen treten auch die Randbedingungen in Konkurrenz zu sich selbst und zu den Zielen. Dadurch kann eine vollständige Zielerfüllung oft nicht realisiert werden. Vielmehr ist es notwendig, aus dem Lösungsraum diejenige Alternative auszuwählen, die der gegebenen Aufgabenstellung am nächsten kommt.

Die vermeintlichen Freiheitsgrade bei der Layoutgestaltung werden durch die Randbedingungen eingeschränkt. Diese lassen sich nach Thim [108] wie folgt unterteilen:

- *geometrische Restriktionen* erfordern die Einhaltung bestimmter Gebäudegrenzen, Beachtung von Sperrflächen, Lage von Zugängen oder Türen etc.

- *organisatorische Restriktionen* betreffen z.B. die Zugehörigkeit bestimmter Flächen zu organisatorischen Einheiten, Abteilungen o.ä.
- *gesetzliche Restriktionen* schränken die Gestaltungsspielräume z.T. ein, wie beispielsweise Vorschriften für Transportwege, Fluchtwege etc.
- *technologische Restriktionen* bedingen z.B. die zwangsweise Anordnung von Betriebsmitteln nebeneinander. Umgekehrt dürfen Betriebsmittel unverträglicher Prozesse nicht unmittelbar nebeneinander platziert werden.

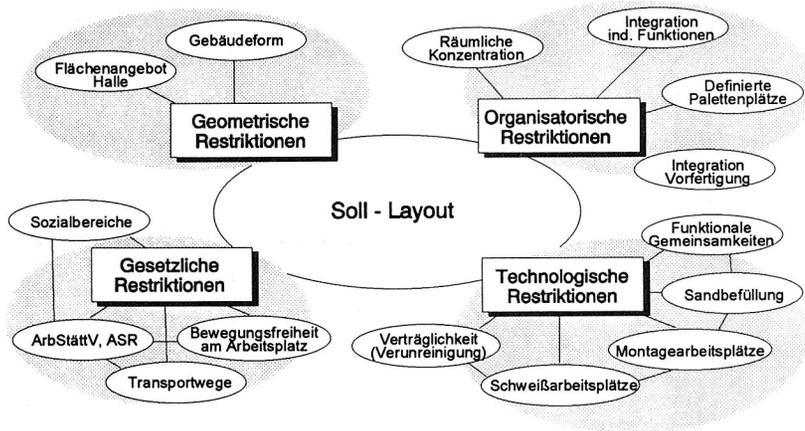


Bild 7.26: Rahmenbedingungen der Soll-Layout-Gestaltung

Bei der Gestaltung von Sollkonzepten gilt es, entsprechend dem ausgewiesenen Ziel eine möglichst flußorientierte Fertigung aufzubauen. Schwachpunkte wie Mehrfachhandhabung (Mikromaterialfluß) und ineffiziente Transportbeziehungen (Makromaterialfluß) und deren negative Auswirkungen auf Bestände und Durchlaufzeit etc. sollen so unterbunden werden.

Die Gestaltung des Makromaterialflusses konzentriert sich auf

- die räumliche Anordnung der Produktionsmittel und Fertigungsbereiche,
- die Standorte der Zwischenlager und Umschlagplätze und
- die Gestaltung der Transportwege.

Dabei werden Bereiche mit hoher Transportintensität so angeordnet, daß die zurückgelegten Transportwege unter Berücksichtigung der verschiedenen Rahmenbedingungen minimal werden. Bild 7.27 beschreibt das im vorliegenden Praxisbeispiel resultierende Groblayout.

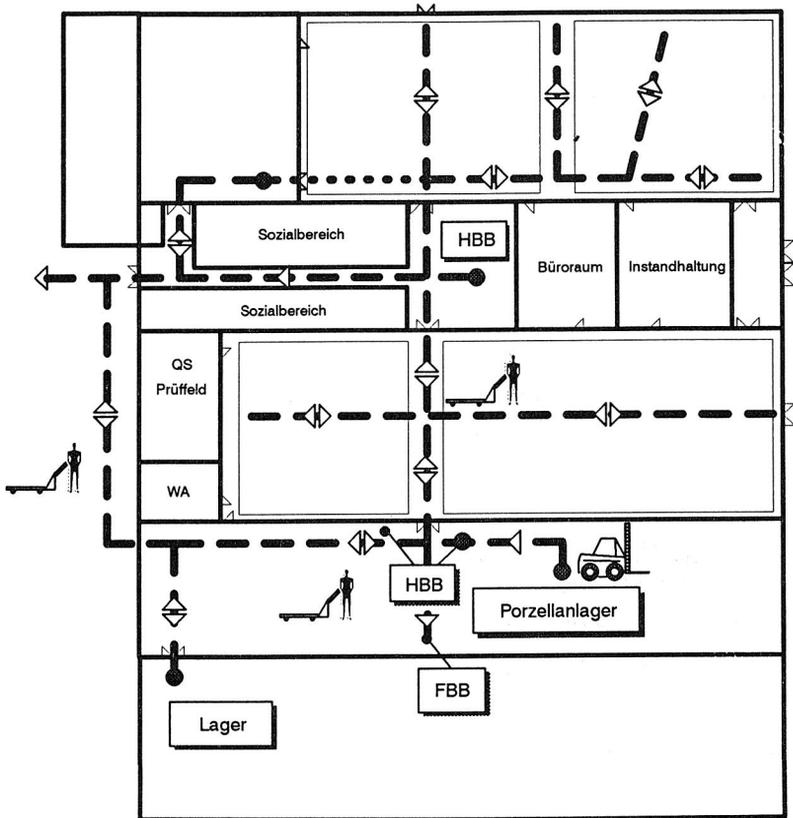


Bild 7.27: Makromaterialfluß „Soll“ in der Gerätefertigung

Zur Unterstützung des Konzepts einer Fließfertigung bei gleichzeitig flexiblem Personaleinsatz ist bei der Gestaltung des Mikromaterialflusses vor allem die Form des Layouts ausschlaggebend. Bei durch die Bauart festgelegter Struktur einer Produktionslinie ist dies in der Regel nicht zu beeinflussen. Im Bereich von Handarbeitsplätzen oder verknüpften, kleineren Vorrichtungen kann eine Anordnungsänderung ohne größeren Aufwand realisiert werden. Das dabei anzustrebende Layout sollte möglichst eine U-Form besitzen.

Der Vorteil dieser Anordnung ist darin zu sehen, daß bei wenigen Bedienpersonen eine handhabungsarme Komplettbearbeitung der Produkte erfolgen kann, was der Realisierung einer Einzelstück-Fließfertigung entspricht [107]. Der Fluß des Materials während der Bearbeitung steht dabei im Vordergrund. Die Vermeidung von Verschwendungen in Form von

unnötiger Lagerung oder Teilebewegung wird durch die sequentielle Komplettbearbeitung von wenigen Teilen ermöglicht. Voraussetzung hierfür ist eine Mehrfachqualifikation des Personals.

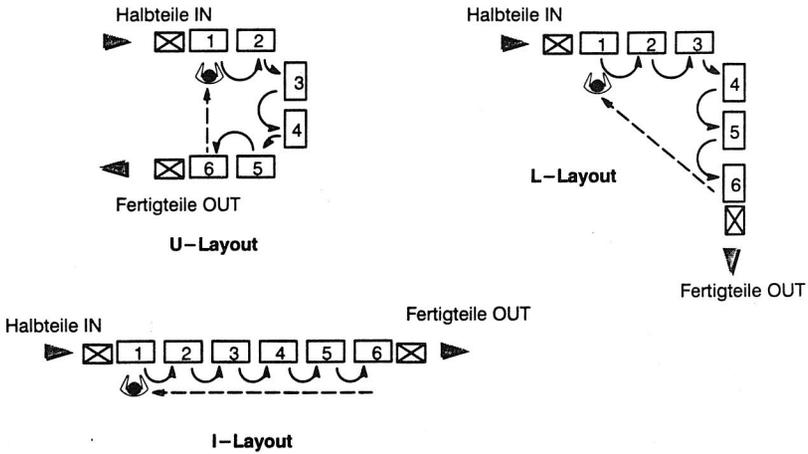


Bild 7.28: Möglichkeiten der Gestaltung des Mikromaterialflusses, nach Suzaki [107]

Weniger optimal diesbezüglich sind L- oder I-förmige Anordnungen, da hier eine vergleichsweise höhere Verschwendung bezüglich der Handhabungswege auftritt. Der Leerweg zwischen Eingang und Ausgang einer Linie ist hier größer.

Bei einer Vollbesetzung, d.h. an jedem Arbeitsplatz wird eine Person eingesetzt, sind die drei Anordnungsmöglichkeiten indifferent bezüglich der Materialfluaufwendungen. In der Regel ist aber eine Personalbesetzung anzunehmen, bei der weniger Mitarbeiter eingesetzt werden, als Arbeitsplätze vorhanden sind. Somit fallen automatisch Leerwege an, welche die Mitarbeiter nach der Beendigung ihrer Aufgaben zwischen End- und Beginnstation zurücklegen müssen, ohne daß dabei eine Wertschöpfung erfolgt.

Die Nutzeneffekte der vorgeschlagenen Maßnahmen werden bei vorliegendem Beispiel hinsichtlich Transportaufwand, Personalbedarf, Beständen und Bedarf an Produktionsfläche wirksam.

Die Reduktion des Transportaufwands ergibt sich durch Vergleich von Ist- und Sollmaterialfluß. Hier kann eine Verminderung von 40% angesetzt werden. Durch die räumliche Integration verschiedener Produktionsgruppen verringert sich weiterhin der Betreuungsaufwand (Koordination durch Meister). Mit Realisierung des Prinzips der Fließfertigung

und der Definition von Materialstellplätzen kann der Werkstattbestand um 50% gesenkt werden. Die Flächenreduktion liegt in vorliegendem Beispiel bei 40%.

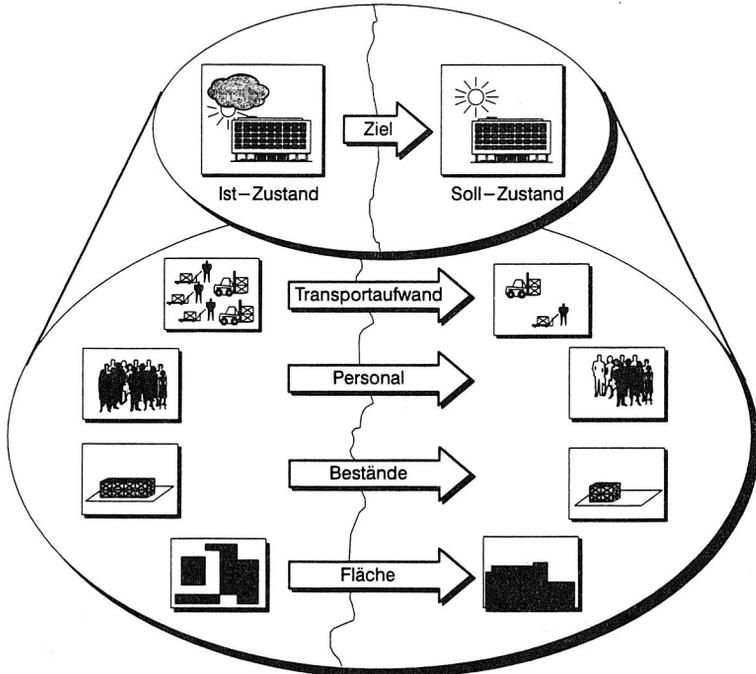


Bild 7.29: Nutzeneffekte der flußorientierten Layoutgestaltung

### 7.3 Effiziente Informationsflüsse durch Workflow - Management

Für die Gestaltung dezentraler Organisationsstrukturen ist die Implementierung leistungsfähiger Informationssysteme essentiell. Es gilt die einzelnen dezentralen autonomen Einheiten durch ein Netz von Informationen zusammenzuhalten.

In diesem Zusammenhang ist nach Jablonski [62] der Schemaentwurf von Workflow-Systemen von besonderer Bedeutung. Grundsätzlich sind folgende Dimensionen eines Workflows zu betrachten:

- Funktionalität (was ist zu tun)
- Personalorganisation (wer tut etwas)
- Datenfluß (welche Daten werden benötigt und weitergegeben)

- Kontrollfluß (wann wird etwas unter welchen Bedingungen ausgeführt)
- Archivierung (was ist wie lange aufzubewahren)
- Applikation (welche Softwaresysteme kommen zur Anwendung)

Ausgangsbasis für die Implementierung eines angepassten Workflow - Managementsystems ist die unternehmensweite Analyse aller Informationsflüsse nach Struktur und quantifizierten Ausprägungen. Hierbei kann gemäß der in Kapitel 4 vorgestellten Methodik verfahren werden. So werden die Hauptinformationsflüsse „Ist“ identifiziert und hinsichtlich kostensenkender Automatisierungsmöglichkeiten untersucht. Ergänzend gilt es weiterhin Informationsdefizite aufzudecken - z.B. fehlende Entscheidungsbasen in Form von Kennzahlen auf Schlüsselpositionen - und entsprechende Lösungen zu erarbeiten.

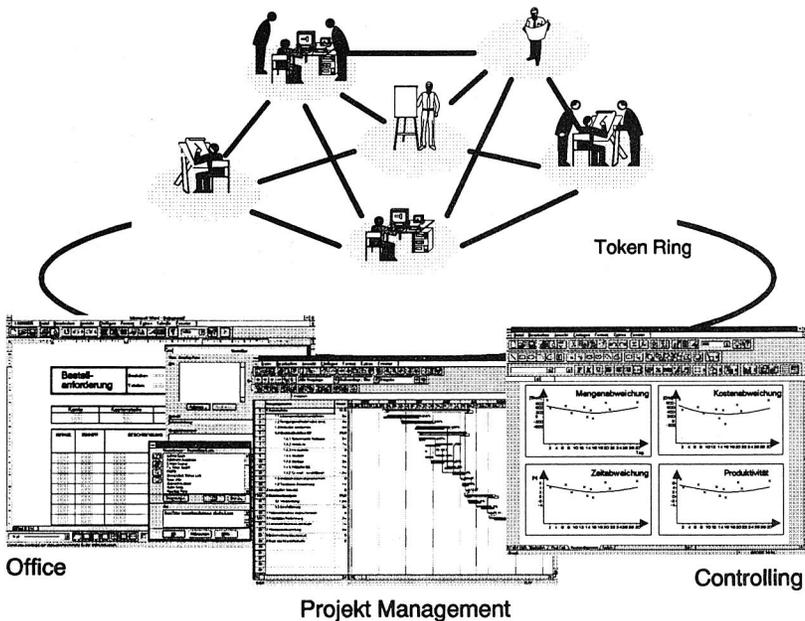


Bild 7.30: Beispiel eines realisierten Workflow - Managementsystems

In vorliegendem Beispielunternehmen wurden zur Unterstützung dynamischer Organisationsbausteine neben verschiedenen Office - Funktionen, wie die Automatisierung von Standardgeschäftsprozessen (Bestellabwicklung) oder die koordinierende Terminplanung für

Führungskräfte, insbesondere die ressourcenspezifische Planung, Überwachung und Steuerung im Bereich Projektmanagement und die bedarfsgerechte Aufbereitung und Verteilung von Controllinginformationen auf der Oberfläche von MS Windows automatisiert.

Als Nutzeneffekte sind eine stark verbesserte Transparenz, eklatant verkürzte Reaktionszeiten und eine fundierte und stark erweiterte Entscheidungsbasis für das Management anzuführen. Bild 7.31 verdeutlicht die Flexibilität eines derartigen Informationssystems. Relevante Daten - Formulare, Tabellen, Projektpläne etc. - können unter Nutzung von Verteilern an die gewünschten Zieladressen versandt werden und stehen dezentral wiederum unter der entsprechenden Anwendung zur Bearbeitung zur Verfügung. Dabei können natürlich auch bestimmte Bereiche des Dokuments vor Zugriffen geschützt werden. Sobald der Adressat das Dokument öffnet erhält der Absender eine Empfangsbestätigung.

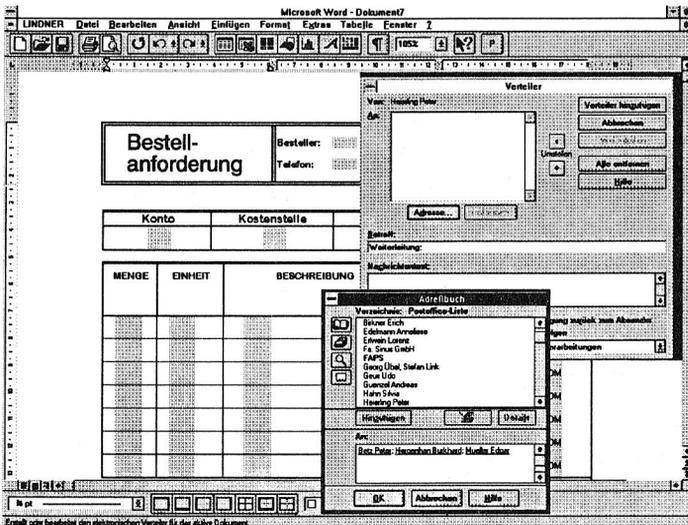
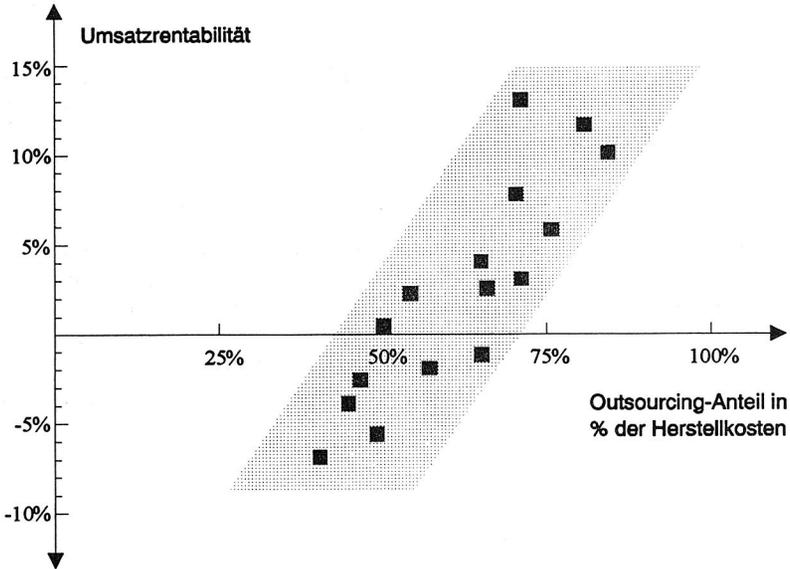


Bild 7.31: Effizientes Informationsmanagement in dezentralen Organisationsnetzen (Beispiel zur Erzeugung eines Verteilers - MS Mail 3.0)

Zur Sicherung der Leistungsfähigkeit dezentraler Organisationsmodelle mittels rechnergestütztem Informationsmanagement sind heute eine Reihe von leistungsfähigen Softwarepaketen am Markt erhältlich.

## 8 Nutzenbewertung der Konzentration auf Kernpotentiale

Aktuelle Studien [49, 65] belegen den Erfolg der Konzentration auf Kernpotentiale im Fertigungsbetrieb. In diesem Kapitel sollen die Nutzenpotentiale des Einsatzes der vorgeschlagenen Reengineeringmethodik nach Art und Wirkzusammenhängen diskutiert werden.



*Bild 8.1: Erfolgreiche Unternehmen weisen einen hohen Outsourcinganteil auf und konzentrieren sich auf Kernpotentiale [49]*

Durch die bisherigen Ausführungen wurde gezeigt, wie in einem Unternehmen Kernpotentiale identifiziert und Kernprozesse effizient gestaltet werden können. Die vorgestellte Methodik unterstützt die Bewertung des im jeweiligen Unternehmen vorliegenden Istzustandes und der erarbeiteten Lösungskonzepte anhand konkreter Prozeßkosten. Damit kann im Rahmen iterativer Aufgabenbearbeitung der Entscheidungsweg anhand einer quantifizierbaren Effektivitätsmaximierung nachvollzogen werden.

Die Konzentration auf Kernpotentiale erschließt Nutzeneffekte von unternehmensinterner und kundenwirksamer Ausprägung. Durch die effiziente Gestaltung von Kernprozessen einhergehend mit der Dezentralisierung von Sekundärleistungen - Leistungen, die nicht oder nur indirekt mit den jeweiligen Kernprozessen kooperieren - wird die Kostensituation der betrieblichen Leistungserstellung verbessert. Weiterhin wird durch die strukturelle Einbindung des Kunden in Kernprozesse der Kundennutzen und damit die Kundenzufriedenheit positiv beeinflusst, was wiederum rückwirkend auf das Unternehmen zu erhöhten Erlösen und letztendlich zu einem schnelleren Return on Invest führt.

### 8.1 Nutzenpotentiale effizienter Kernprozesse

Die Philosophie der Konzentration auf Kernpotentiale darf nicht als „Gesundshrumpfen im Sinne einer Lean-Philosophie“ - wobei zwar Kosten gesenkt werden können, aber meist auch erhebliche Umsatzrückgänge zu verzeichnen sind - interpretiert werden. Die hier vorgestellten Reengineeringmaßnahmen sollen neue Wege zur Verminderung der Kosten und des Kapitaleinsatzes bei gleichzeitiger Steigerung des Erlöses eröffnen.

Zunächst werden die Wirkmechanismen effizienter Unternehmen-Kunden-Beziehungen näher betrachtet und dabei mögliche Wechselwirkungen zwischen dem dynamische Umfeld und dem Unternehmen selbst anhand betriebswirtschaftliche Kennzahlen diskutiert.

#### 8.1.1 Erlösmaximierung durch reaktionsstarke Kundenorientierung

Die Mechanismen der reaktionsstarken Kundenorientierung sind differenziert nach Prozeßtypen zu betrachten. Entsprechend der in Kapitel 2 vorgeschlagenen Klassifizierung von Prozessen soll zwischen den Prozessen der Auftragsabwicklung mit Produktion und Kundenbetreuung im Kurzfristbereich und den Prozessen der Produkt-/Prozeßentwicklung im Mittel- und Langfristbereich unterschieden werden. Die Anforderungen aus dem dynamischen Unternehmensumfeld können im wesentlichen anhand dieser Klassen abgebildet werden.

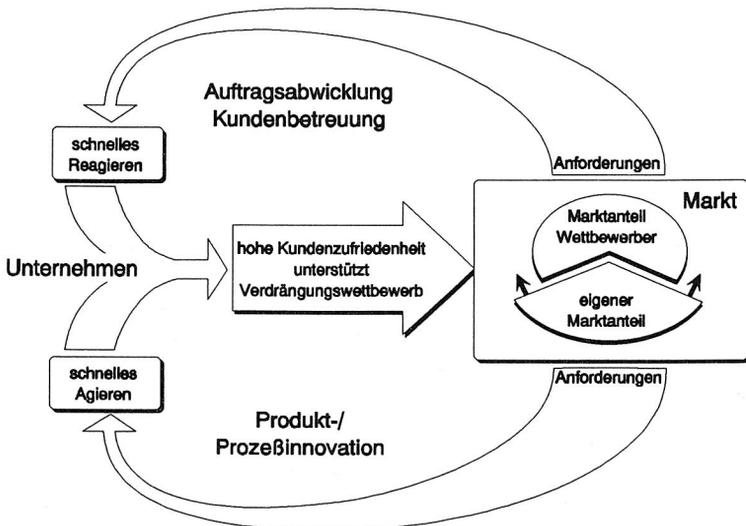


Bild 8.2: Wirkmechanismen effizienter Unternehmen-Kunden-Beziehungen

Gelingt es einem Unternehmen durch entsprechende innerbetriebliche Prozeßgestaltung Kundenwünsche unter Berücksichtigung anforderungsgerechter Qualitätsmerkmale

(Kosten, Zeit und Qualität) zu befriedigen, bewirkt dies eine hohe Kundenzufriedenheit und unterstützt letztendlich einen Verdrängungswettbewerb hin zu größeren Marktanteilen (Bild 8.2). Damit ist nicht nur eine Steigerung des Erlöses verbunden, sondern es resultiert auch durch Nutzung der nun möglichen Skaleneffekte, d.h. Vorteile aus der nun günstigeren Struktur der kapazitäts- und beschaffungsabhängigen Kosten, eine sehr positive Wirkung auf die innerbetrieblichen Prozeßkosten. Die Diskussion der Einflüsse auf die Kostenstruktur ist Bestandteil der folgenden Kapitel. Hier sollen zunächst die Hintergründe positiver Erlösentwicklungen erörtert werden.

### *Produkt- und Prozeßentwicklung*

Insbesondere die Elektro- und Elektronikindustrie unterliegt einer starken Dynamik hinsichtlich der Marktanforderungen an Produktinnovationen begleitet von einer rasanten technologischen Entwicklung. Mit der kundenorientierten Gestaltung von Entwicklungsprozessen werden bei entsprechender Aufnahme der Marktanforderungen Innovationszyklen signifikant verkürzt. Parallel zur Produktlebenszeit sinkt auch die zur Verfügung stehende Abschreibungszeit für die Produktionsanlagen. Vordergründig mag diese Entwicklung für den unternehmerischen Erfolg zunächst sehr ungünstig erscheinen. Betrachtet man allerdings die Entwicklungen am Markt, ergeben sich gute Perspektiven für den Innovator.

Obwohl die Verkürzung von Innovationszyklen stets mit einer Verringerung des Marktpotentials einhergeht, kann besonders in der Markteinführungsphase eine starke Erhöhung des absoluten Marktanteils registriert werden. Der Wettbewerbsvorteil besteht also in einer besseren Nutzung der Gewinnzone, bevor in der Folgezeit der zunehmende Wettbewerb die Preise drückt und damit die Möglichkeiten der Erlöserzielung einschränkt.

Während der Erfolg im Zeitwettbewerb bei Prozessen der Auftragsabwicklung und Kundenbetreuung durch schnelles Reagieren auf Kundenwünsche sichergestellt werden kann, bedarf es bei Innovationsprozessen zusätzlich eines schnellen Agierens ohne Vorhandensein konkreter Marktanforderungen. An dieser Stelle sei deshalb darauf hingewiesen, daß mit der effizienten Gestaltung der innerbetrieblichen Prozesse das ausgewiesene Ziel nur teilweise erreicht werden kann. Ergänzend gilt es, Methoden des Innovationsmanagements zu berücksichtigen. Lösungsansätze können der einschlägigen Literatur [36] entnommen werden.

### *Auftragsabwicklung mit Produktion und Kundenbetreuung*

Eine reaktionsstarke Auftragsabwicklung mit Produktion und Kundenbetreuung drückt sich in einer hohen Kundenzufriedenheit aus. Die Möglichkeiten der Marktexpansion unter Nutzung dieses Wettbewerbsvorteils sind offensichtlich. Durch den ganzheitlichen Ansatz des beschriebenen Reengineeringverfahrens wird dabei die einseitige Ausrichtung auf Erlösmaximierung auf Kosten anderer Unternehmenspotentiale verhindert.

Beispielsweise besteht das Dilemma vielfach darin, daß eine reaktionsstarke Auftragsabwicklung aufgrund eklatant erhöhter Bestände an Fertigwaren und Halbtteilen erfolgt. Die Nutzeneffekte (Liefertreue) beschränken sich auf Kundenseite. Durch die ganzheitliche Be-

trachtung von Kernprozessen unter Berücksichtigung konkurrierender Optimierungsziele (vgl. Kapitel 2) ist für eine „integrierte Unternehmen- und Kundennutzenoptimierung“ Sorge getragen.

### 8.1.2 Kostenreduktion durch Vermeidung von Verschwendungen

Der Erfolg von Reengineeringprojekten stellt sich ein durch die positive Entwicklung der Erlöse einerseits und der Kosten und Kapitalbindung andererseits. Kosten und Kapitalbindung resultieren zum Teil aus vielfältigen Verschwendungen des betrieblichen Leistungserstellungsprozesses.

Ursächlich für diese Verschwendungen ist eine stark tätigkeitsorientierte Denkweise in Taylorschen Arbeitsstrukturen, einhergehend mit der Entkopplung von Informations- und Materialfluß.

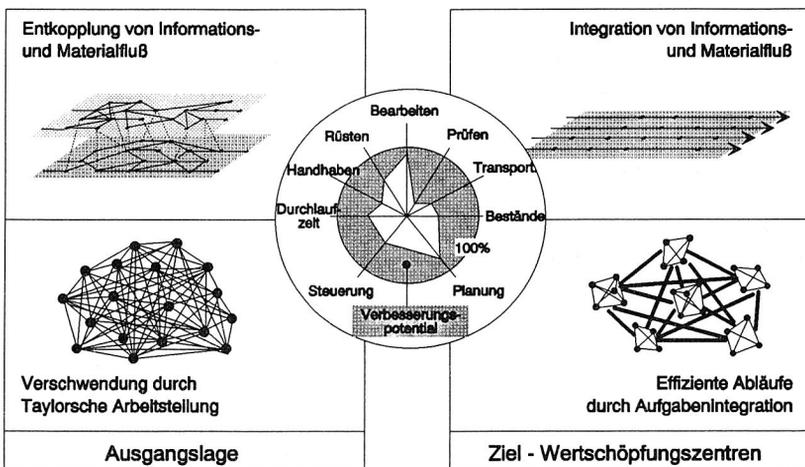


Bild 8.3: Kostenpotentiale bei der Gestaltung von Kernprozessen

Mit der Trennung von Informations- und Materialfluß erhöhen sich die Aufwendungen für planende, steuernde und koordinierende Funktionen. Reengineeringprojekte wirken auf direkte und indirekte Funktionen stark integrierend unter Focusing der materiellen Wertschöpfung. Die resultierenden Wertschöpfungszentren vereinen direkte und indirekte Funktionen. Mit der Rückführung planender, steuernder und koordinierender Funktionen an den Ort der materiellen Wertschöpfung verlieren diese ihren Selbstzweck und können wieder der ursprünglichen Aufgabe, der Fertigungsunterstützung, dienen. Alleine damit können große Kostenpotentiale erschlossen werden. Praktische Erfahrungen haben gezeigt, daß mit dem Einsatz rechnerunterstützter Hilfsmittel darüberhinaus weitere Kostensenkungen umgesetzt werden.

Verschwendungen in wertschöpfenden Unternehmensbereichen treten in Form ablaufspezifischer (Transport, Handhabung etc.) und technologischer (Bearbeitung, Rüsten etc.) Defizite zutage. Diese wirken sich, wie bereits erläutert, auf die Kosten des betrieblichen Leistungserstellungsprozesses und auf die Kundenzufriedenheit aus. Sie schlagen in Form langer Durchlaufzeiten, hoher Kapitalbindung durch Bestände und unzureichender Ressourcennutzung zu Buche.

Bild 8.3 verdeutlicht tendentiell die hinter direkten und indirekten Aktivitäten steckenden Kostenpotentiale bei der Gestaltung von Wertschöpfungszentren. Erfahrungsgemäß stecken in der Bearbeitung selbst nur geringe Potentiale. Dies ist in der meist vorliegenden Taylor-schen Arbeitsteilung begründet, nach der bereits eine Optimierung der Maschinennutzung angestrebt wurde.

## 8.2 Nutzenpotentiale der Dezentralisierung von Sekundärleistungen

Eine Konzentration auf Kernprozesse bedingt stets die Dezentralisierung von Sekundärleistungen. Unter Sekundärleistungen werden in diesem Zusammenhang Aktivitäten und Prozesse verstanden, die aus organisatorischen oder technologischen Gründen zur Erbringung der betrieblichen Leistung erforderlich sind, aber nicht direkt mit den Kernprozessen in Zusammenhang stehen. Dezentralisierung bedingt dabei nicht unbedingt ein Outsourcing zu externen Produktionspartnern, sondern schließt auch die Möglichkeiten der Bildung unternehmensinterner Profit Center ein.

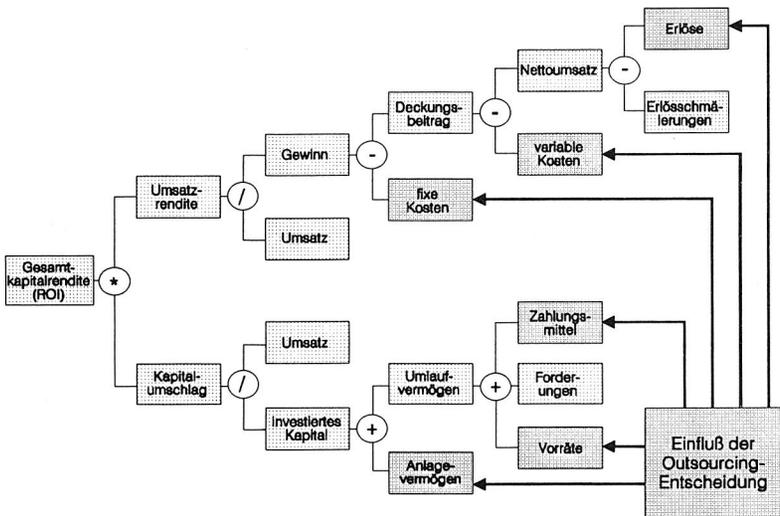


Bild 8.4: Darstellung der Einflüsse von Outsourcingentscheidungen am ROI-Kennzahlenbaum [92]

Der Markterfolg eines Unternehmens kann mit Hilfe des Return on Invest gemessen werden. Dazu kann auf die Zahlen des traditionellen Rechnungswesens zurückgegriffen werden. Der ROI-Kennzahlenbaum [92] verknüpft anschaulich die Erlöse mit den Kosten und stellt diese dem Kapitaleinsatz gegenüber. Er bildet somit die relevanten Größen anschaulich ab. Deshalb ist dieses Schema gut geeignet, um die Art und Wirkzusammenhänge der aus Dezentralisierungs- bzw. Outsourcingentscheidungen resultierenden Nutzenpotentiale zu erörtern.

Bild 8.4 verdeutlicht die kostenreduzierende und -flexibilisierende Wirkung von Dezentralisierungsmaßnahmen. Weiterhin erkennt man die Chance der Freisetzung und damit Möglichkeiten der geänderten Nutzung von Kapital durch Verminderung des Anlage- und Umlaufvermögens bei Outsourcingentscheidungen.

### 8.2.1 Kostenflexibilisierung durch Fixkostenreduktion

Ein Nutzeffekt von Outsourcingmaßnahmen ist die Flexibilisierung der Kosten. Innerhalb der Kostenkategorienstruktur der bewerteten Leistungserstellungsprozesse findet eine zumindest teilweise Umwandlung von fixen in variable Kosten statt. Die Umschichtung hat keine Auswirkung auf den ROI, wie dem dargestellten Schema (Bild 8.4) leicht zu entnehmen ist. Sie vollzieht sich, indem man den Fixkostenblock, der aus den zur Eigenerstellung benötigten Personal- und Betriebsmittelkosten besteht, reduziert und über den Preis in flexible, von der Bestellmenge abhängige Kosten umwandelt.

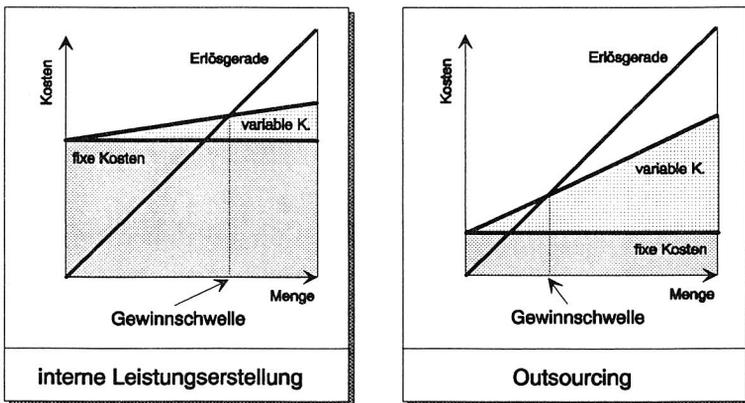


Bild 8.5: Kostenflexibilisierung durch Dezentralisierung von Sekundärleistungen

Der Outsourcer kann dann die benötigten Objekte in Abhängigkeit seines Bedarfs beziehen, was zur Reduzierung seiner Gewinnschwelle beiträgt, auch wenn die Kosten bezogen auf den der Entscheidung zugrunde liegenden Bedarf insgesamt konstant bleiben. Eine derartige Kostenflexibilisierung bewirkt, daß die Erfolge von Unternehmen im Falle saisonaler Ausla-

stungsschwankungen beziehungsweise konjunkturell bedingter Beschäftigungsrückgänge sich nicht so reduzieren, wie dies bei besonders fixkostenintensiven Unternehmen heute oft der Fall ist.

Allerdings kann der Fixkostenblock nicht kurzfristig durch Kapazitätsanpassung oder durch Abbau von Gemeinkosten reduziert werden. Derartige Maßnahmen verlangen nach einer langfristig ausgelegten Unternehmensplanung. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß im Falle einer streng fixierten und langfristigen Vertragsbindung mit Mindestabnahmemengen der vereinbarte Stückpreis für eingekauftes Material nicht nur formal, sondern auch materiell nicht mehr als variabel angesehen werden kann. Letztendlich hängt es also von der Vertragsgestaltung ab, in welchem Maße die Kosten flexibilisiert werden können.

### 8.2.2 Kostenreduktion durch Sourcingmodelle

Bei den durch Dezentralisierung bzw. Outsourcing induzierten Kostenwirkungen steht natürlich nicht die Flexibilisierung der Kosten im Vordergrund, sondern in erster Linie die Reduzierung ihrer absoluten Höhe. Davon sind sowohl die variablen als auch die fixen Kosten betroffen, wodurch sich insgesamt positive Auswirkungen auf den ROI ergeben. Diese werden von verschiedenen Kostenarten beeinflusst, die im folgenden separat analysiert werden.

#### *Beschaffungsstückkosten*

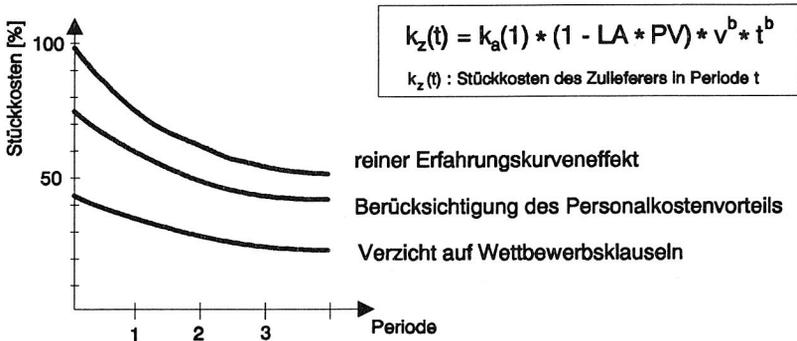
Die Beschaffungsstückkosten hängen wesentlich von den Produktionskosten des Zulieferers ab, und werden wiederum vom Abnehmer durch entsprechende Gestaltung seines Sourcing-Konzeptes beeinflusst. In diesem Zusammenhang sind Kosteneinflußgrößen wie Anzahl der Lieferanten, Vereinbarung beziehungsweise Verzicht auf Wettbewerbsklauseln und Vertragslaufzeit ebenso zu berücksichtigen wie Preisgleitklauseln, die dafür sorgen, daß der Abnehmer an den vom Zulieferer erzielten Kostenvorteilen partizipiert.

- Anzahl der Lieferanten

Entscheidet sich der Outsourcer für „Single Sourcing“ und bezieht die Gesamtbedarfsmenge einer Vorleistung von einem einzigen Zulieferer, so kann dieser die Produktionsmenge vervielfachen und damit seine Betriebsgröße erhöhen. Wird der Betrieb um Produktionsverfahren mit einer günstigeren Struktur der kapazitäts- und beschaffungsabhängigen Kosten erweitert, dann treten Änderungen im produktionstechnischen, aber auch im arbeitsorganisatorischen Aufbau des Betriebs ein, mit denen die ökonomische Theorie „economies of scale“ begründet ist. Darüberhinaus sind neben den Skaleneffekten beispielsweise auch Lern- oder Losgrößendegressionseffekte sowie solche Potentiale zu berücksichtigen, die sich durch den Einsatz innovativer Fertigungsverfahren ergeben. Insgesamt werden diese Effekte unter dem Erfahrungskurveneffekt subsumiert. Er besagt, daß die realen Stückkosten einer Produktionseinheit um ca. 20 - 30 % zurückgehen können, sobald sich die in der kumulierten Produktionsmenge ausgedrückte Erfahrung verdoppelt [51].

Geht ein Hersteller somit von Eigenerstellung zum Fremdbezug über und bindet sich dabei nicht an mehrere, sondern nur an einen Zulieferer, so kann dieser Zulieferer seine kumulierte Produktionsmenge bereits in der ersten Bezugsperiode erhöhen und damit seine Stückkosten um den Erfahrungskurvensatz senken.

Damit wird deutlich, daß mit zunehmenden Erfahrungskurveneffekten „Single Sourcing“ gegenüber „Multiple Sourcing“ im Hinblick auf die Kostenposition des Zulieferers attraktiver wird.



$k_a(1)$  : Stückkosten des Abnehmers in der Periode des Übergangs zum Fremdbezug

LA : Anteil der Löhne und Gehälter an den Stückkosten des Abnehmers

$$PV = 1 - \frac{\text{Lohn- und Gehaltskosten des Zulieferers}}{\text{Lohn- und Gehaltskosten des Abnehmers}}$$

$$v = \frac{\text{Fertigungsmenge des Zulieferers}}{\text{Abnahmemenge des Abnehmers}}$$

$$b = \frac{\ln(1 - erf)}{\ln(2)} \quad (\text{Zerfallsrate})$$

Beispiel:	
Erfahrungskurvensatz (erf)	= 25%
Lohnkostenanteil (LA)	= 40%
Personalkostenvorteil (PV)	= 60%
Gleichteilervielfachung (v)	= 4

Bild 8.6: Kostenvorteile der Kooperation im dezentralen Fertigungsverbund [51]

Anhand der bisherigen Ausführungen werden die unterschiedlichen Kostenwirkungen erkennbar, die sich aufgrund der differenzierten Gestaltung des Sourcing-Konzeptes ergeben. Wegen den von Alternative zu Alternative stark variierenden Kosteneinsparungen soll die Beschreibung mathematisch-formal erfolgen. Dazu ist zuerst die Erfahrungskurve als mathematische Gleichung darzustellen. Mit ihrer Hilfe wird der Abnehmer in die Lage versetzt, die Kostenposition des Zulieferers zu simulieren (Bild 8.6), wenn er den von ihm in der Vergangenheit realisierten Erfahrungskurveneffekt kennt. Eine derartige Darstellung ist deshalb interessant, weil der Abnehmer nicht allein an der Verbesserung der Kostenposition seines Zulieferers interessiert ist, sondern an diesen Kostenvorteilen partizipieren will. Diese

Partizipation ist jedoch nur dann sicherzustellen, wenn der Abnehmer die Kostenposition des Zulieferers annähern kann.

Es kann eingewendet werden, daß der Erfahrungskurveneffekt - isoliert betrachtet - noch keinen Kostenvorteil des Abnehmers begründet, da dieser die Mengeneffekte durch Eigenfertigung ebenfalls nutzen kann. Kostenvorteile entstehen in der Tat erst dann, wenn der Preis für die zugelieferten Leistungen unter den langfristig relevanten Produktionskosten des Endproduktherstellers liegt. Das kann dadurch erreicht werden, indem Personal- oder Betriebsmittelkosten unter denen des Abnehmers liegen, was der Fall ist, wenn der Zulieferer die eingesetzten Produktionsfaktoren kostengünstiger beziehen oder effizienter nutzen kann.

Vorausgesetzt, daß der betrachtete Zulieferer die jeweiligen Leistungen ausschließlich für einen Abnehmer fertigt, dürfen die Produktionsfaktoren nur in dieser Verwendungsrichtung eingesetzt werden, was die Erzielung zusätzlicher Erfahrungskurveneffekte ausschließt. Dadurch können Kostenunterschiede nur durch den Faktor Arbeit bzw. Personalkosten entstehen. Insbesondere im Falle des „Global Sourcing“, wenn Lieferant und Abnehmer in verschiedenen Ländern beheimatet sind, zwischen denen erhebliche Lohnkostenunterschiede bestehen. Ist darüberhinaus der jeweilige Lohnkostenanteil bekannt, so kann der Kostenvorteil des Zulieferers simuliert werden (Bild 8.6).

- Wettbewerbsklauseln

Läßt der Outsourcer zu, daß der Zulieferer alle oder zumindest einen Teil seiner Wettbewerber mit gleichen Leistungen beliefert, kann der Lieferant durch die Nutzung weiterer Erfahrungskurveneffekte Nachteile der Kleinheit vermeiden, was zu einer weiteren Verbesserung seiner Kostenposition führt. Diese fällt umso stärker aus, je größer der Erfahrungskurvensatz sowie die an andere Kunden gelieferte Menge ist.

- Preisgleitklauseln

Um sicherzustellen, daß nicht allein der Zulieferer seine Kostenposition verbessert, sondern auch der Abnehmer daran partizipiert, müssen die Preise für die zugelieferten Leistungen an die Kostensenkungspotentiale des Zulieferers gekoppelt werden. Denn der Abnehmer eröffnet die Möglichkeit dieser Kostensenkungspotentiale, indem er durch „Single Sourcing“ besondere Bindungen zum Lieferanten eingeht und damit Flexibilitätsschwächen auf sich nimmt. Derartige Wettbewerbsnachteile des Abnehmers müssen durch Kostenvorteile in Form von Beschaffungsklauseln kompensiert werden.

Eine Möglichkeit hierfür stellen Preisgleitklauseln dar. Dabei wird der Versuch unternommen, die Preise für die Vertragslaufzeit bereits bei Vertragsabschluß zu determinieren. Die Kostenposition des Outsourcers und die von ihm realisierten Kostenvorteile sind dann von der zwischen Zulieferer und Abnehmer auszuhandelnden Preisgleitklausel abhängig. Da der Zulieferer langfristig keinen Preis tolerieren kann, der unter seinen Stückkosten liegt, leitet sich hieraus die Preisuntergrenze ab. Auch wird ein rational handelnder Abnehmer lang-

fristig keinen Preis bezahlen, der seine Stückkosten bei Eigenfertigung übersteigt, wenn sich das Erzeugnis ausschließlich in den Herstellungskosten unterscheidet und nach Kostengesichtspunkten entschieden wird. Somit bilden die Stückkosten des Abnehmers die Preisobergrenze.

Die Differenz zwischen Preisobergrenze und Preisuntergrenze muß zwischen Abnehmer und Zulieferer aufgeteilt werden. Von „fairer Teilung“ spricht man bei Mittelwertbildung. Davon abweichend kann auch ein anderer Aufteilungsfaktor bestimmt werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß sich der Aufteilungsfaktor in bestimmten Bandbreiten bewegen muß, damit die oben genannten Preisgrenzen nicht über- beziehungsweise unterschritten werden.

Durch die Vereinbarung von Preisgleitklauseln werden die Preise für die jeweiligen Leistungen während der gesamten Vertragslaufzeit auf der Basis von Sollkosten kalkuliert. Damit sind die Materialkostenvorteile des Abnehmers bei Vertragsabschluß determiniert und nicht von der Durchsetzung von Kostensenkungspotentialen beim Zulieferer abhängig. Darüberhinaus bestehen beim Zulieferer Anreize, die Kostensenkungspotentiale umfassend zu nutzen, da er durch die Maximierung von Erfahrungs- und Synergiekurveneffekten seinen Dekungsbeitrag ebenfalls maximiert.

- Vertragslaufzeit

Sofern man davon ausgeht, daß der Zulieferer nicht - wie bislang implizit unterstellt - über die notwendigen Fertigungskapazitäten verfügt und deshalb in diese investieren muß, um die erörterten Kostenpotentiale zu erschließen, hat neben der Abnahmemenge auch die Vertragslaufzeit einen maßgeblichen Einfluß auf die Durchsetzung der Beschaffungstükkostenvorteile des Abnehmers. Dieser Einfluß basiert auf dem Investitionskalkül des Zulieferers, aus dem sich die Forderung nach Amortisation der Kapazitätserweiterungskosten innerhalb der Vertragslaufzeit ableitet. Das gilt insbesondere dann, wenn die Investitionen abnehmerspezifisch getätigt werden müssen, und die mit diesen Kapazitäten gefertigten Erzeugnisse nicht an andere Kunden absetzbar sind.

### *Komplexitätskosten*

Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, daß durch „Single Sourcing“ und „Global Sourcing“ die Beschaffungstükkosten eines Teils positiv beeinflusst werden können. Nun stellt sich die Frage, ob man durch „System Sourcing“, dem dritten Outsourcing-Parameter, weitere Kosteneinsparungen realisieren kann.

Beim „System Sourcing“ stellt der Lieferant komplette Systeme oder Module bereit, wodurch er zur Reduzierung der Teilevielfalt und damit Komplexität beim Outsourcer beiträgt. Aus den betriebswirtschaftlichen Wirkungen, die sich aus der zunehmenden Teilevielfalt in den einzelnen Bereichen des Unternehmens ergeben, werden die Kostenwirkungen verständlich. Diese reichen dabei von der Konstruktion (z.B. erhöhter Aufwand bei der Pflege zusätzlicher Teilestammdaten) über die Teilefertigung (z.B. erhöhter Aufwand in der Ferti-

gungssteuerung) bis zum Vertrieb (z.B. Bestände). Es wird deutlich, daß besonders planende und verwaltende Bereiche betroffen sind.

Weiterhin verbergen sich Komplexitätskosten häufig hinter der Kunden- und Produktstruktur. Große Kostenpotentiale kann dabei die Aufschlüsselung nach deren Beitrag zum Unternehmenserfolg (ABC-Analyse) hervorbringen. Damit wird die Bedeutung der Potentialkonzentration und deren Einfluß auf die Komplexitätskosten deutlich.

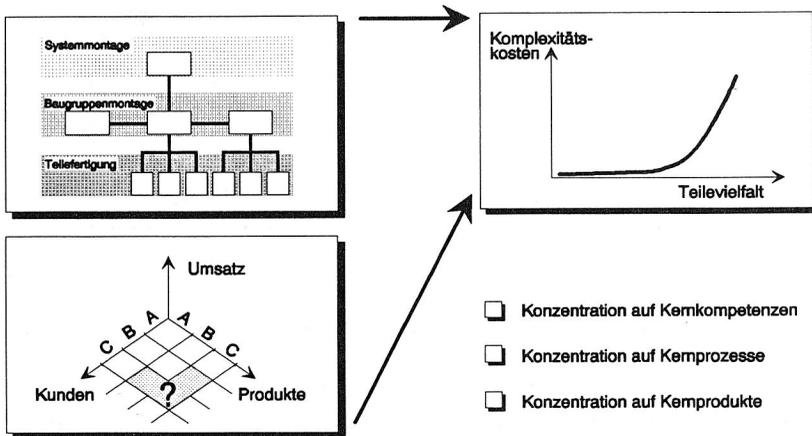


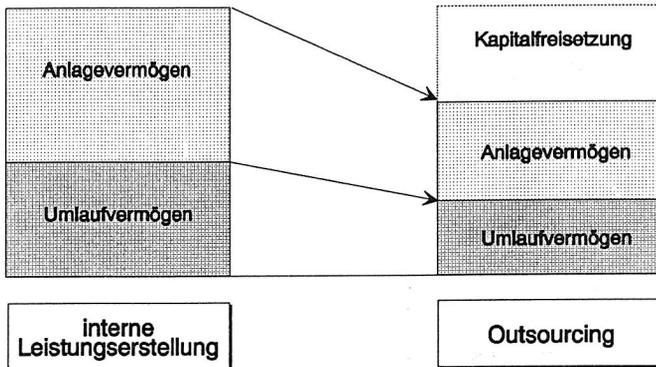
Bild 8.7: Ursachen und Wirkung von Komplexitätskosten im Fertigungsbetrieb

### 8.2.3 Kapitalfreisetzung durch Verminderung des Anlage- und Umlaufvermögens

Neben dem Einfluß der Outsourcingentscheidung auf die Kosten- und Erlösseite kommt im ROI-Schema auch der Wirkung auf den Kapitaleinsatz eine hohe Bedeutung zu. Das Kapital läßt sich differenzieren in Anlagevermögen und Umlaufvermögen. Ersteres ist zum langfristigen Gebrauch im Unternehmen bestimmt.

Nach Durchführung von Outsourcing-Maßnahmen findet die Leistungserstellung beim Zulieferer statt. Somit muß der Outsourcer im Zusammenhang mit dieser Wertschöpfungsstufe nicht in Grundstücke, Bauten, Anlagen und Maschinen sowie Betriebs- und Geschäftsausstattung investieren, beziehungsweise kann die durch die Sourcing-Partnerschaft nicht mehr genutzten Vermögenswerte liquidieren. Folglich ermöglicht der Übergang zum Fremdbezug eine Verringerung des Investitionsvolumens und eine Reduzierung der durch eigene Kapazitäten bedingten Kapitalbindung. Anhand der geschilderten Wirkmechanismen läßt sich erkennen, daß eine Verringerung der Leistungstiefe zu einem geringeren Anlagevermögen und damit einhergehend auch zu einer Reduzierung der von den Sachanlagen induzierten Kosten führt, weshalb Outsourcing in zweifacher Hinsicht einen positiven Einfluß auf den ROI aus-

übt. Wie stark der Einfluß sein wird, hängt wiederum von der Gestaltung des Sourcing-Konzeptes ab.



*Bild 8.8: Reduzierung der Kapitalbindung durch Outsourcing*

Die Sourcing-Beziehung bestimmt ob und inwieweit auch das Umlaufvermögen verändert wird. Sofern sich der Materialfluß hin zu „Just in Time“ - Systemen entwickelt, können Bestandssenkungen erheblichen Umfangs durchgeführt werden. Es liegt auf der Hand, daß vor allem bei „System Sourcing“ die Höhe der Lagervorräte sinkt. Damit läßt sich eine geringere Kapitalbindung erreichen, die wiederum eine Erhöhung des ROI bewirkt.

## 9 Zusammenfassung

Die aktuelle, grundsätzliche Herausforderung des weltwirtschaftlichen Wettbewerbs kann pauschal mit der Zielsetzung „BESSER, SCHNELLER, BILLIGER“ beschrieben werden. Für dieses Ziel sind alle verfügbaren technischen Lösungen mit neuen organisatorischen Ansätzen zu effizienteren Produktionsstrukturen zu verknüpfen [26, 30, 31].

Zur Durchführung der notwendigen Schritte auf dem ausgewiesenen Weg wurde ein Reengineeringmodell mit den Meilensteinen Analyse, Gestaltung und Regelung von Kernprozessen vorgestellt. Die Verifikation von Vorgehen und Wirkmechanismen des erarbeiteten Modells erfolgte an konkreten Praxisbeispielen aus der Elektro- und Elektronikindustrie für die Gestaltungselemente Organisation, Technik und Personal eines Unternehmens.

Ausgehend von der Eigenschaft der Kernprozesse, unter Einbezug des Kunden Zyklen zu beschreiben - der Kunde ist erstes und letztes Glied im „Aktivitätsnetz Kernprozeß“ - präsentiert die Arbeit einen Vorschlag zur schrittweisen strukturellen Erfassung von Kernprozessen. Das erarbeitete Konzept orientiert sich dabei „top down“ und abstrahiert ausgehend von der Analyse der „Unternehmen-Kunden-Beziehungen“ über die Beschreibung der „Prozeß-Fachbereich-Beziehungen“ hin zu elementaren Funktionen in Gestalt der „Prozeß-Aktivitäten-Beziehungen“. Auf der Basis von Entity-Relationship-Modellen erfolgte die Implementierung eines rechnergestützten Werkzeuges zur quantifizierenden Analyse der Merkmalsausprägungen des „Aktivitätsnetzes Kernprozeß“.

Auf dem Weg zur Gestaltung effizienter Strukturierungskonzepte ist die Gestaltung von Kernprozessen wesentlicher Meilenstein. Da Kernprozesse sowohl Aktivitäten aus Geschäfts- als auch Produktionsprozessen vereinen, bestand die Aufgabe darin, ein Softwaretool zur Modellierung integrierter Informations- und Materialflußnetze zu realisieren. Neben der Definition und Beschreibung standardisierter Objekte zur Erzeugung beliebiger Aktivitätsnetze wurde für den häufigsten Kernprozeß von Produktionsunternehmen, die Auftragsabwicklung, ein Referenzmodell erstellt. Im Rahmen des rechnergestützten Modellierens steht das modulare Referenzmodell in Datenbanken zur Verfügung. Die schrittweise Optimierung von Kernprozessen kann damit effizient unterstützt werden.

Da der vorliegenden Arbeit ein ganzheitlicher Ansatz zugrunde liegt, ist die Gestaltung der Kernprozesse auch um ein Modell zur Dezentralisierung von Sekundärleistungen zu erweitern. Dafür galt es, die erforderlichen Analysen zur Bestimmung von Kernkompetenzen mit Ableitung der Outsourcing-Potentiale darzustellen. Weiterhin wurden Hinweise zur richtigen Auswahl von Kooperationspartnern gegeben.

Bedingt durch den dynamischen Umfeldwandel hat die Leistungsfähigkeit von Kernprozessen immer nur für einen kurzen Zeitraum Bestand. Zu ihrer Sicherung im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und zur Wahrung der Dynamik und damit Effizienz von Kernprozessen, erfolgte deshalb die Vorstellung des Modells eines hierarchischen Regulationssystems. Das Controllingssystem kann sowohl auf operativen als auch strategischen

Entscheidungsebenen als Informationssystem genutzt werden. An dieser Stelle sei auf die Bedeutung der Nutzung derartiger Informationssysteme in der betrieblichen Praxis hingewiesen. Information ist die Ausgangsbasis jeglicher Entscheidungsfindung und damit für die Realisierung dynamischer Organisationen essentiell.

Die Umsetzung neuer organisatorischer Ansätze erfolgt am Beispiel der Gestaltung eines Profit Centers zur Fertigung von Installationsgeräten und stellvertretend für Sekundärbereiche am Beispiel eines Profit Centers „Werkzeugbau.“ Richtungsweisende Ansätze zur Materialflußgestaltung beschreibt eine exemplarische Lösung zur Integration von Vorfertigung und Montage und ein Vorgehensmodell zur flußorientierten Layoutgestaltung in der Gerätefertigung. Wie oben gefordert, wird auch der Gestaltung effizienter Informationsnetze großes Gewicht beigemessen. Die Bedeutung der Nutzung von verteilten Informationssystemen zeigen Beispiele dezentraler Steuerungs- und Controllingssysteme. Der Mitarbeiter nimmt im Rahmen von Prozessen der Selbstoptimierung dezentraler Produktionssysteme eine Schlüsselposition ein. Dazu diskutiert die Arbeit Möglichkeiten der Mitarbeiterinformation durch Visualisierung in der Produktion. Darüberhinaus werden Lösungsansätze zur Steigerung der Mitarbeitermotivation durch Nutzung angepasster Entlohnungssysteme erörtert.

Die vorgestellten Methoden mit Praxisbeispielen können die Durchführung spezifischer Re-engineeringprojekte effizient unterstützen und leisten damit einen Beitrag zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Produktionsunternehmen am Standort Bundesrepublik Deutschland.

Die vorliegende Arbeit weist die Konzentration auf Kernpotentiale unter Nutzung der Möglichkeiten zur Gestaltung dezentraler Produktionsstrukturen als möglichen Weg wirtschaftlicher Unternehmensgestaltung aus. Es bleibt kritisch anzumerken, daß besonders im Falle globaler Ressourcennutzung zwischenbetriebliche Warenströme und damit der Güterverkehr eklatant zunehmen werden. Als Ausblick sei deshalb an dieser Stelle auf die Bedeutung der Umsetzung umweltschonender Verkehrskonzepte hingewiesen. Wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte müssen auf dem Weg zur Neuordnung betrieblicher Strukturen zu einem Gesamtoptimum geführt werden.

## Literatur

- [1] Abels, S.  
Modellierung und Optimierung von Montageanlagen in einem integrierten Simulationssystem, Dissertation, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1993
- [2] Aggteleky, B.  
Fabrikplanung Band 2, Carl Hanser Verlag, München 1988
- [3] Ahrend, H.-W.; Tabatzki, M.  
Fabrikplanung und Logistik - heute und morgen, wt Produktion und Management (10/92), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1992, S. 44 - 51
- [4] Auch, M.  
Fertigungsstrukturierung auf der Basis von Teilefamilien, Springer Verlag, Berlin 1989
- [5] Baur, C.  
Make-or-Buy-Entscheidung in einem Unternehmen der Automobilindustrie, München 1990
- [6] Berger, R.; Töpfer, A.  
Unternehmenserfolg im Europäischen Binnenmarkt, mi-Verlag, München 1991
- [7] Berke, J. u.a.  
Todesurteil auf Raten - Forschungsstandort Deutschland; Wirtschafts Woche (43), Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH, Düsseldorf 1993
- [8] Bertsch, R.  
Fertigung von Standardprodukten in Deutschland oft unrentabel, Produktion 9.3.95, Nr. 10
- [9] Binner, H. F.  
Prozeßkettenmodellierung, CIM Management (4/91), Oldenbourg Verlag, München 1991, S. 30 - 34
- [10] Bliesener, M.-M.  
Outsourcing als mögliche Strategie zur Kostensenkung, BFuP 4/1994, S. 277ff.
- [11] Bohr, K.; Weiß, M.  
Bestimmung der optimalen Fertigungstiefe, in: WISU, 4/1994, S. 341 - 350
- [12] Bouillon, H.  
Ordnung, Evolution und Erkenntnis, Mohr, Tübingen 1991
- [13] Briggs, J.; Peat, F.D.  
Die Entdeckung des Chaos, Hanser Verlag, München, Wien 1990

- [14] Brück, F.; Rommel, G.  
Einfach überlegen. Das Unternehmenskonzept, das die Schlanken schlank und die Schnellen schnell macht, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1993
- [15] Bühner, R.; Pharaos, J.  
Erfolgsfaktoren integrierter Gruppenarbeit, VDI-Z (135), VDI Verlag, Düsseldorf 1993, S. 46 - 57
- [16] Bühner, R.; Pharaos, J.  
Organisatorische und personalwirtschaftliche Gestaltung integrierter Gruppenarbeit in der Fertigung, CIM Management (6/92), Oldenbourg Verlag, München 1992, S. 50 - 55
- [17] Bullinger, H. J.  
Innovative Unternehmensstrukturen, Springer Verlag, Berlin 1992
- [18] Cox, G.  
Das Zeitmanagement als Wettbewerbsfaktor in den Unternehmen, VDI-ADB, Stuttgart 1991
- [19] Cramer, F.  
Chaos und Ordnung. Die komplexe Struktur des Lebendigen, Deutsche Verlags Anstalt, Stuttgart 1989
- [20] Davidow, W.; Malone, M.S.  
Das virtuelle Unternehmen. Der Kunde als Coproduzent, Campus Verlag, Frankfurt 1993
- [21] Duhm, E.-J. u.a.  
Effizienz der Gruppenarbeit in der Baugruppenproduktion, VDI-Z (135), VDI Verlag, Düsseldorf 1993, S. 57 - 60
- [22] Ederer, G.  
Das leise Lächeln des Siegers, ECON, Düsseldorf 1991
- [23] Ehmann, B.  
Operatives Fertigungscontrolling durch Optimierung auftragsbezogener Bearbeitungsabläufe in der Elektronikfertigung, Dissertation, Erlangen 1993
- [24] Eversheim, W.; Laufenberg, L.; Marczinski, G.  
Integrierte Produktentwicklung mit einem zeitparallelen Ansatz, CIM Management (2/93), Oldenbourg Verlag, München 1993, S. 4 - 9
- [25] Feldmann, K.; Franke, J.; Luchs, R.  
Räumliche elektronische Schaltungsträger - Produktinnovation und Herausforderung für die Elektronikproduktion, Symposium Elektronik-Technologie, Dresden 1994

- [26] Feldmann, K.; Krug, S.  
Neue Lösungswege zur rationellen Montage durch effiziente Nutzung von Organisation und Technik, Fachseminar zur 13. Motek, Sinsheim 1994
- [27] Feldmann, K.; Hopperdietzel, R.  
Entwicklung rechnerintegrierter Montagesysteme für neue Produktanforderungen, in: Flexible Montage - Herausforderung und Chancen durch CIM; VDI - ADB Fachtagung, Düsseldorf 1992
- [28] Feldmann, K.; Hopperdietzel, R.  
Geordnetes Zuführen von Werkstücken in der automatisierten Montage kann die Wirtschaftlichkeit erhöhen, Maschinenmarkt (17), Vogel Verlag, Würzburg 1992, S. 24 - 28
- [29] Feldmann, K.; Hopperdietzel, R.  
Wirtschaftliches Recycling durch automatisierte Demontage, ZWF CIM (88), Carl Hanser Verlag, München 1993, S. 148 - 150
- [30] Feldmann, K.; Hopperdietzel, R.  
Chancen und Herausforderungen neuer Fertigungskooperationen, Symposium: Offener Arbeitsmarkt im Osten, deutsch/tschechischer Fertigungsverbund, Regensburg 1994
- [31] Feldmann, K.; Hopperdietzel, R.  
Konzentration auf Montage in Produktionsnetzwerken, in: Schnell lernende Unternehmen - Quantensprünge in der Wettbewerbsfähigkeit, München 1995
- [32] Feldmann, K.; Steinwasser, P.  
Rechnerintegrierte Produktionssysteme: Herausforderung und Chance zur Standortsicherung, Vortragsunterlagen 2. Fachseminar BayFOREST, München 1994
- [33] Feldmann, K.  
Rechnerintegrierte Produktion: Herausforderung und Chance zur Standortsicherung, Vortrag Collegium Alexandrinum der Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen 1994
- [34] Feldmann, K.  
Neue Herausforderungen an die Elektronikfertigung durch technische Innovation, Tagungsbericht Leiterplatte '94, Düsseldorf 1994
- [35] Fiebiger, N.  
Wirtschaft, Wissenschaft und internationaler Wettbewerb - Zur Diskussion um den Wirtschaftsstandort Deutschland, Erlanger Universitätsreden Nr. 45, Erlangen 1993
- [36] Franke, J.  
Integrierte Entwicklung neuer Produkt- und Produktionstechnologien für räumliche spritzgegossene Schaltungsträger (3-D MID), Dissertation, Erlangen 1995

- [37] Fuchs, J.  
Das biokybernetische Modell - Unternehmen als Organismen, Gabler, Wiesbaden 1992
- [38] Glöckner, M.  
Fertigungsinseln - produkt- oder technologieorientiert strukturiert, VDI-Z (135), VDI Verlag, Düsseldorf 1993, S. 52 - 56
- [39] Glöckner, M.  
Rechnerunterstützte Fertigungsstrukturierung, wt Produktion und Management (5/93), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1993, S. 28 - 30
- [40] Gottermeyer, W.  
Wege zur erfolgreichen Realisierung einer schlanken Fertigung, ZWF CIM (87), Carl Hanser Verlag, München 1992
- [41] Hallwachs, U.  
Dezentrale Verantwortungsbereiche in der Produktion, wt Produktion und Management (5/92), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1992, S. 44 - 48
- [42] Hallwachs, U.  
Dezentrale Verantwortungsbereiche verbinden Wirtschaftlichkeit und attraktive Arbeitsplanung, ZWF CIM (87), Carl Hanser Verlag, München 1992, S. 319 - 323
- [43] Hammer, M.; Champy, J.  
Business reengineering, Campus Verlag 1994
- [44] Hanselmann, S.  
Zulieferindustrie in Schwellenländern, Diss. , Hartung-Gorre Verlag, Konstanz 1989
- [45] Harendza, H. B.; Charton-Brockmann, J.  
Geschäftsprozesse planen und optimieren, ZWF CIM (87), Carl Hanser Verlag, München 1992, S. 563 - 566
- [46] Hars, A.; Scheer, A.W.  
Stand und Entwicklungstendenzen von Leitständen, Fertigungssteuerung Expertenwissen für die Praxis, Oldenbourg Verlag 1991
- [47] Hauser, J.; Thurmman, F.  
Prozeßmanagement und Systemunterstützung für Concurrent Engineering, CIM Management (2/93), Oldenbourg Verlag, München 1993, S. 17 - 22
- [48] Heege, F.  
Lieferantenportfolio, Ganzheitliches Beurteilungsmodell für Lieferanten und Beschaffungsmarktsegmente, VWP-Verlag Wissen + Praxis GmbH, Nürnberg 1987

- [49] Heim, W.  
Outsourcing - wettbewerbsfähiger durch optimale Nutzung der Potentiale von Zulieferern, in: io-Management Zeitschrift 7,8/1994, Verlag industrielle Organisation, Zürich 1994
- [50] Heinz, K.; Lange, W. D.  
Simulation gruppenorientierter Fertigungsstrukturen, CIM Management (6/92), Oldenbourg Verlag, München 1992, S. 33 - 39
- [51] Helmich, G.  
Lernkurven als Instrument der Kostenplanung, Kostenrechnungspraxis, 5/94
- [52] Helmüller, R.  
Fertigungsinseln optimieren den Kunststoffmaschinenbau, VDI Nachrichten (35), Düsseldorf 1993, S. 27
- [53] Hopperdietzel, R.; Stief, E.  
Montage und Demontage planen, Arbeitsvorbereitung (29), Carl Hanser Verlag, München 1992, S. 190 - 193
- [54] Hopperdietzel, R.; Franke, J.; Liedl, G. u. a.  
Recycling elektronischer Geräte, Elektronik (15), Franzis-Verlag, München 1992, S. 30 - 36
- [55] Hopperdietzel, R.  
Entwicklung dynamischer Organisationsstrukturen für neue Marktanforderungen, in: Randbedingungen und Wege zur Schlanken Produktion in der Elektronik, Tagung Nürnberg 1993
- [56] Horn, V.; Trage, P.  
Segmentierung steigert die Leistung, ZWF CIM (87), Carl Hanser Verlag, München 1992, S. 309 - 312
- [57] Horvath, P.; Niemand, S.; Wolbold, M.  
Target Costing - State of the Art Review, Controlling Forschungsbericht (Nr. 35), Universität Stuttgart, 1993
- [58] Horvath, P.; Herter, R.  
Benchmarking - Vergleich mit den Besten der Besten, in: Controlling 4 (1992), S. 4 - 11
- [59] Horvath, P.  
Die Methodik des Zielkostenmanagements, Controlling Forschungsbericht (Nr. 33), Universität Stuttgart, 1992
- [60] Ihde, G.B.  
Wirtschaftlicher Strukturwandel und industrielle Betriebsgrößen, in: Bloech (Hrsg.), Industrielles Management, 1986

- [61] Imai, M.  
KAIZEN, Wirtschaftsverlag Langen Müller/Herbig, München 1992
- [62] Jablonski, S.  
Workflow-Management-Systeme: Motivation, Modellierung, Architektur,  
Informatik-Spektrum 18, 23 - 24, 1995
- [63] Kaluza, B.  
Betriebswirtschaftliche und fertigungstechnische Aspekte der Gruppentechnologie, CIM Management (6/92), Oldenbourg Verlag, München 1992, S. 16ff
- [64] Klein, B.  
Simultaneous Engineering, wt Produktion und Management, Springer Verlag,  
Berlin, Heidelberg 1993
- [65] Kluge, J.; Stein, L. u.a.  
Wachstum durch Verzicht. Schneller Wandel zur Weltklasse: Vorbild Elektronik,  
Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1994
- [66] Kölzer, G.  
Modellierung von Arbeitsabläufen betrieblicher Organisationsarchitekturen,  
Dissertation, TU Berlin, 1990
- [67] Krogh, H.  
Kunden im Visier, manager magazin (12), 1992, S. 260 - 267
- [68] Leeder, E.  
Reformstaat Tschechien - Darstellung der aktuellen Entwicklungen, in: Deutsch-tschechischer Fertigungsverbund, Regensburg 1994
- [69] Mandelbrot, B.  
Die fraktale Geometrie der Natur, Birkhäuser, Basel, Boston 1987
- [70] Männel, W.  
Wahl zwischen Eigenfertigung und Fremdbezug, Lauf an der Pegnitz 1993
- [71] Maßberg, W.  
Fertigungsinseln in CIM-Strukturen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1993
- [72] Meerkamm, H. u.a.  
The Reference Model for CAD Systems on the way to a new Architecture,  
International Conference on Engineering Design, The Hague 1993
- [73] Meerkamm, H.  
Anwendung heutiger CAE-Technik, Berliner Kreis, Wissenschaftliches Forum für  
Produktentwicklung e.V., Erlangen 1995
- [74] Mehrmann, E.  
Moderierte Gruppenarbeit mit Metaplan-Technik, ECON Taschenbuch Verlag,  
Düsseldorf, Wien 1994

- [75] Meier, K.-J.  
Auslastung contra Durchlaufzeit, ZWF CIM (88), Carl Hanser Verlag, München  
1993, S. 60 - 63
- [76] Melchert, M.  
Entwicklung einer Methode zur systematischen Planung von Make-or-Buy-  
Entscheidungen, Aachen, Dissertation 1992
- [77] Meyer, M.  
Operations Research Systemforschung, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1983
- [78] Möller, J.  
Inselorientierte Fertigungsstrukturierung, Fabrik (11/12), Verlag Technik, Berlin  
1993, S. 27 - 32
- [79] Müller, S.  
Entwicklung einer Methode zur prozeßorientierten Reorganisation der  
technischen Auftragsabwicklung komplexer Produkte, Aachen 1993
- [80] N.N.  
Ein Globus voller Chancen, Institut der deutschen Wirtschaft, Deutscher  
Instituts-Verlag, Köln 1991
- [81] N.N.  
Industriearbeit Heute, IPA-Arbeitstagung, Stuttgart 1993
- [82] N.N.  
Industriestandort Deutschland. Ein graphisches Portrait, Institut der deutschen  
Wirtschaft, Deutscher Instituts-Verlag, Köln 1992
- [83] N.N.  
Internationale Wirtschaftszahlen 1993, Institut der deutschen Wirtschaft; Dt.  
Instituts-Verlag, Köln 1993
- [84] N.N.  
IW-Trends, Quartalsheft zur empirischen Wirtschaftsforschung (1/93), Deutscher  
Instituts Verlag, Köln 1993
- [85] N.N.  
Osteuropa auf dem Weg in die Marktwirtschaft, Deutscher Instituts Verlag, Köln  
1993
- [86] N.N.  
Produktionslogistik - Wege zu schlanken und dezentralen Strukturen, VDI-  
Verlag, Braunschweig 1992
- [87] N.N.  
Zukunftsorientiertes Produktionsmanagement im Verbund mit moderner  
Informationstechnologie - Die Fraktale Fabrik, Tagungsunterlagen IPA-  
Technologie-Forum, Stuttgart 1993

- [88] Naisbitt, J.  
Global Paradox, Williams Morrow and Company, Inc., New York 1994
- [89] Niefer, H.  
Planung, Einführung und Optimierung von Gruppenarbeit in der Teilefertigung, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1993
- [90] Nyhius, P.  
Quantifizierung logistischer Rationalisierungspotentiale mit Betriebskennlinien, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 443 - 464
- [91] Pampel, J.  
Kooperation mit Zulieferern, Dissertation Universität Erlangen-Nürnberg, 1993
- [92] Peemöller, V.H.  
Controlling, 2. Auflage, Herne, Berlin 1992
- [93] Pfeiffer, W.; Weiß, E.  
Lean Management. Grundlage der Führung und Organisation industrieller Unternehmen, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1992
- [94] Pfeiffer, W.; Weiß, E.  
Lean Management: Zur Übertragbarkeit eines neuen japanischen Erfolgskonzeptes auf hiesige Verhältnisse; Nr. 18, Nürnberg 1992
- [95] Pfeiffer, W. u.a.  
Technologieportfolio zum Management strategischer Zukunftsfachfelder, Göttingen 1991
- [96] Prahalad, C. K.; Hamel, G.  
Nur Kernkompetenzen sichern das Überleben, in: Harvard manager, 2/91
- [97] Riedel, G.  
Deckungsbeitragsrechnung - wie aufbauen, wie nutzen ?, Taylorix Fachverlag, Stuttgart 1992
- [98] Ruffing, T.  
Die integrierte Auftragsabwicklung bei Fertigungsinseln - Grobplanung, Feinplanung, Überwachung, Fertigungssteuerung, Expertenwissen für die Praxis, Oldenbourg Verlag 1991
- [99] Scheer, A.-W. u.a.  
Kostenmanagement von Geschäftsprozessen, in: i.o. Management Zeitschrift, 64 (1995) Nr. 3, S. 90 - 94
- [100] Scheer, A.-W.  
Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung, Berlin 1992

- 
- [101] Scheer, A.-W.; Hoffmann, W. u.a.  
HP OpenCAM - Offene Strukturen mit der ARIS-Architektur, CIM Management 1993
- [102] Schumann, W.  
Informationsmanagement - Unternehmensführung und Informationssysteme aus systemtheoretischer Sicht, Campus Verlag, Frankfurt/Main 1991
- [103] Seliger, G.; Feige, M.; Wang, Y.  
Simulationsunterstützte Planung von Gruppenarbeit in der Montage, ZWF CIM (88), Carl Hanser Verlag, München 1993, S. 14 - 16
- [104] Simon, H.  
Industrielle Dienstleistungen, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1993
- [105] Stahlknecht, P.  
Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Springer Verlag, Berlin 1991
- [106] Stratemann, I.  
Kreatives Krisenmanagement - Erfahrungen erfolgreicher Spitzenmanager, Campus Verlag, Frankfurt 1994
- [107] Suzuki, K.  
Modernes Management im Produktionsbetrieb. Strategien, Techniken, Fallbeispiele, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1989
- [108] Thim, C.  
Rechnerunterstützte Optimierung von Materialflußstrukturen in der Elektronikmontage durch Simulation, Dissertation, Erlangen 1992
- [109] Tönshoff, H. K.; Hamelmann, S.  
Strategische Ausrichtung der Arbeitsplanung, CIM Management (2/93), Oldenbourg Verlag, München 1993, S. 47 - 51
- [110] Tränckner, J. H.  
Entwicklung eines prozeß- und elementorientierten Modells zur Analyse und Gestaltung der technischen Auftragsabwicklung von komplexen Produkten, Dissertation, RWTH Aachen 1990
- [111] Vanja, S.  
Gruppentechnologie und CIM, CIM Management (6/92), Oldenbourg Verlag, München 1992, S. 4 - 11
- [112] Wagner, I.  
Kooperative Medien. Informationstechnische Gestaltung moderner Organisationen, Campus Verlag, Frankfurt 1993
- [113] Warnecke, H.-J.  
Die Fraktale Fabrik, Springer-Verlag, Berlin 1992

- [114] Weber, D.  
Geschäftsprozessorientierte R/3-Beratung, Vortragsreihe CeBIT, 1994
- [115] Wedekind, H.  
Datenbanksysteme I. Eine konstruktive Einführung in die Datenverarbeitung in  
Wirtschaft und Verwaltung, Wissenschaftsverlag, Mannheim, Wien, Zürich 1981
- [116] Wiendahl, H. P.  
Analyse und Neuordnung der Fabrik, Springer-Verlag, Berlin 1992
- [117] Wildemann, H.  
Die deutsche Zulieferindustrie im europäischen Markt, Studie TU München 1992
- [118] Wildemann, H.  
Die modulare Fabrik - Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung,  
gfmt, München 1988
- [119] Wildemann, H.  
Lean Management. Strategien zur Erreichung wettbewerbsfähiger Unternehmen,  
FAZ Verlagsbereich Wirtschaftsbücher, Frankfurt 1993
- [120] Willenbacher, K.  
Zeit als Wettbewerbsfaktor, in: IE-Offensive Zeitwirtschaft und Produktivität,  
16. Deutsche Industrial Engineering-Fachtagung 1990
- [121] Womack, J.P.; Jones, D. T.; Roos, D.  
The machine that changed the world, Rawson, New York 1990
- [122] Womack, J.P.; Jones, D. T.; Roos, D.  
Die zweite Revolution in der Automobilindustrie, Campus, New York 1991
- [123] Ziegler, K.  
Von den Japanern lernen, Siemens Zeitschrift (66), Berlin, München 1992
- [124] Zülch, G.; Frölich, W. u.a.  
Gruppenarbeit in hochmechanisierten Fertigungssystemen, VDI-Z (135), VDI  
Verlag, Düsseldorf 1993, S. 58 - 62





## Lebenslauf

Robert Hopperdietzel  
geboren am 23.02.1966 in Münchberg  
verheiratet, 1 Kind

- 1972 - 1976      Grundschule in Münchberg
- 1976 - 1985      Gymnasium in Münchberg, Abitur
- 1985 - 1986      Grundwehrdienst
- 1986 - 1991      Studium der Fertigungstechnik  
an der Universität Erlangen-Nürnberg  
Abschluß 09/1991: Dipl.-Ing.
- 1991 - 1995      Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für  
Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik  
an der Universität Erlangen-Nürnberg.  
Leiter: Prof. Dr.-Ing. K. Feldmann
- seit 10/1995      Mitarbeiter bei Fa. REHAU AG+Co



# Reihe Fertigungstechnik Erlangen

Band 1  
Andreas Hemberger  
**Innovationspotentiale in der rechnerintegrierten Produktion durch  
wissensbasierte Systeme**  
208 Seiten, 107 Bilder. 1988. Kartoniert.

Band 2  
Detlef Classe  
**Beitrag zur Steigerung der Flexibilität automatisierter Montage-  
systeme durch Sensorintegration und erweiterte Steuerungskonzepte**  
194 Seiten, 70 Bilder. 1988. Kartoniert.

Band 3  
Friedrich-Wilhelm Nolting  
**Projektiertung von Montagesystemen**  
201 Seiten, 107 Bilder, 1 Tabelle. 1989.  
Kartoniert.

Band 4  
Karsten Schlüter  
**Nutzungsgradsteigerung von Montagesystemen durch den Einsatz  
der Simulationstechnik**  
177 Seiten, 97 Bilder. 1989. Kartoniert.

Band 5  
Shir-Kuan Lin  
**Aufbau von Modellen zur Lageregelung von Industrierobotern**  
168 Seiten, 46 Bilder. 1989. Kartoniert.

Band 6  
Rudolf Nuss  
**Untersuchungen zur Bearbeitungsqualität im Fertigungssystem  
Laserstrahlschneiden**  
206 Seiten, 115 Bilder, 6 Tabellen. 1989. Kartoniert.

Band 7  
Wolfgang Scholz  
**Modell zur datenbankgestützten Planung automatisierter  
Montageanlagen**  
194 Seiten, 89 Bilder. 1989. Kartoniert.

Band 8  
Hans-Jürgen Wißmeier  
**Beitrag zur Beurteilung des Bruchverhaltens von Hartmetall-  
Fließpreßmatrizen**  
179 Seiten, 99 Bilder, 9 Tabellen. 1989. Kartoniert.

Band 9  
Rainer Eisele  
**Konzeption und Wirtschaftlichkeit von Planungssystemen in der  
Produktion**  
183 Seiten, 86 Bilder. 1990. Kartoniert.

- Band 10  
Rolf Pfeiffer  
**Technologisch orientierte Montageplanung am Beispiel der Schraubtechnik**  
216 Seiten, 102 Bilder, 16 Tabellen. 1990. Kartoniert.
- Band 11  
Herbert Fischer  
**Verteilte Planungssysteme zur Flexibilitatssteigerung der rechnerintegrierten Teillieferung**  
201 Seiten, 82 Bilder. 1990. Kartoniert.
- Band 12  
Gerhard Kleinedam  
**CAD/CAP: Rechnergestutzte Montagefeinplanung**  
203 Seiten, 107 Bilder. 1990. Kartoniert.
- Band 13  
Frank Vollertsen  
**Pulvermetallurgische Verarbeitung eines ubereutekolden verschleißfesten Stahls**  
XIII + 217 Seiten, 67 Bilder, 34 Tabellen. 1990. Kartoniert.
- Band 14  
Stephan Biermann  
**Untersuchungen zur Anlagen- und Prozediagnostik fur das Schneiden mit CO<sub>2</sub>-Hochleistungslasern**  
VIII + 170 Seiten, 93 Bilder, 4 Tabellen. 1991. Kartoniert.
- Band 15  
Uwe Geißler  
**Material- und Datenfluß in einer flexiblen Blechbearbeitungszelle**  
124 Seiten, 41 Bilder, 7 Tabellen. 1991. Kartoniert.
- Band 16  
Frank Oswald Hake  
**Entwicklung eines rechnergestutzten Diagnosesystems fur automatisierte Montagezellen**  
XIV + 166 Seiten, 77 Bilder. 1991. Kartoniert.
- Band 17  
Herbert Reichel  
**Optimierung der Werkzeugbereitstellung durch rechnergestutzte Arbeitsfolgenbestimmung**  
198 Seiten, 73 Bilder, 2 Tabellen. 1991. Kartoniert.
- Band 18  
Josef Scheller  
**Modellierung und Einsatz von Softwaresystemen fur rechnergefuhrte Montagezellen**  
198 Seiten, 65 Bilder. 1991. Kartoniert.
- Band 19  
Arnold vom Ende  
**Untersuchungen zum Biegeumformen mit elastischer Matrize**  
166 Seiten, 55 Bilder, 13 Tabellen. 1991. Kartoniert.
- Band 20  
Joachim Schmid  
**Beitrag zum automatisierten Bearbeiten von Keramikgu mit Industrierobotern**  
XIV + 176 Seiten, 111 Bilder, 6 Tabellen. 1991. Kartoniert.

Band 21

Egon Sommer

**Multiprozessorsteuerung für kooperierende Industrieroboter in Montagezellen**

188 Seiten, 102 Bilder. 1991. Kartoniert.

Band 22

Georg Geyer

**Entwicklung problemspezifischer Verfahrensketten in der Montage**

192 Seiten, 112 Bilder. 1991. Kartoniert.

Band 23

Rainer Flohr

**Beitrag zur optimalen Verbindungstechnik in der Oberflächenmontage (SMT)**

186 Seiten, 79 Bilder. 1991. Kartoniert.

Band 24

Alfons Rief

**Untersuchungen zur Verfahrensfolge Laserstrahlschneiden und -schweißen in der Rohkarosseriefertigung**

VI + 145 Seiten, 58 Bilder, 5 Tabellen. 1991. Kartoniert.

Band 25

Christoph Thim

**Rechnerunterstützte Optimierung von Materialflußstrukturen in der Elektronikmontage durch Simulation**

188 Seiten, 74 Bilder. 1992. Kartoniert.

Band 26

Roland Müller

**CO<sub>2</sub>-Laserstrahlschneiden von kurzglasverstärkten Verbundwerkstoffen**

141 Seiten, 107 Bilder, 4 Tabellen. 1992. Kartoniert.

Band 27

Günther Schäfer

**Integrierte Informationsverarbeitung bei der Montageplanung**

195 Seiten, 76 Bilder. 1992. Kartoniert.

Band 28

Martin Hoffmann

**Entwicklung einer CAD/CAM-Prozesskette für die Herstellung von Blechbiegeteilen**

149 Seiten, 89 Bilder. 1992. Kartoniert.

Band 29

Peter Hoffmann

**Verfahrensfolge Laserstrahlschneiden und -schweißen :  
Prozeführung und Systemtechnik in der 3D-Laserstrahlbearbeitung von Blechformteilen**

186 Seiten, 92 Bilder, 10 Tabellen. 1992. Kartoniert.

Band 30

Olaf Schrödel

**Flexible Werkstattsteuerung mit objektorientierten Softwarestrukturen**

180 Seiten, 84 Bilder. 1992. Kartoniert.

Band 31

Hubert Reinisch

**Planungs- und Steuerungswerkzeuge zur impliziten Geräteprogrammierung in Roboterzellen**

XI + 212 Seiten, 112 Bilder. 1992. Kartoniert.

- Band 32  
Brigitte Bärnreuther  
**Ein Beitrag zur Bewertung des Kommunikationsverhaltens von Automatisierungsgeräten in flexiblen Produktionszellen**  
XI + 179 Seiten, 71 Bilder. 1992. Kartoniert.
- Band 33  
Joachim Hutfless  
**Laserstrahlregelung und Optikdiagnostik in der Strahlführung einer CO<sub>2</sub>-Hochleistungslaseranlage**  
175 Seiten, 70 Bilder, 17 Tabellen. 1993. Kartoniert.
- Band 34  
Uwe Günzel  
**Entwicklung und Einsatz eines Simulationsverfahrens für operative und strategische Probleme der Produktionsplanung und -steuerung**  
XIV + 170 Seiten, 66 Bilder, 5 Tabellen. 1993. Kartoniert.
- Band 35  
Bertram Ehmann  
**Operatives Fertigungscontrolling durch Optimierung auftragsbezogener Bearbeitungsabläufe in der Elektronikfertigung**  
XV + 167 Seiten, 114 Bilder. 1993. Kartoniert.
- Band 36  
Harald Kolléra  
**Entwicklung eines benutzerorientierten Werkstattprogrammiersystems für das Laserstrahlschneiden**  
129 Seiten, 66 Bilder, 1 Tabelle. 1993. Kartoniert.
- Band 37  
Stephanie Abels  
**Modellierung und Optimierung von Montageanlagen in einem integrierten Simulationssystem**  
188 Seiten, 88 Bilder. 1993. Kartoniert.
- Band 38  
Robert Schmidt-Hebbel  
**Laserstrahlbohren durchflußbestimmender Durchgangslöcher**  
145 Seiten, 63 Bilder, 11 Tabellen. 1993. Kartoniert.
- Band 39  
Norbert Lutz  
**Oberflächenfeinbearbeitung keramischer Werkstoffe mit XeCl-Excimerlaserstrahlung**  
187 Seiten, 98 Bilder, 29 Tabellen. 1994. Kartoniert.
- Band 40  
Konrad Grampp  
**Rechnerunterstützung bei Test und Schulung an Steuerungssoftware von SMD-Bestücklinien**  
178 Seiten, 88 Bilder. 1995. Kartoniert.
- Band 41  
Martin Koch  
**Wissensbasierte Unterstützung der Angebotsbearbeitung in der Investitionsgüterindustrie**  
169 Seiten, 68 Bilder. 1995. Kartoniert.
- Band 42  
Armin Gropp  
**Anlagen- und Prozeßdiagnostik beim Schneiden mit einem gepulsten Nd:YAG-Laser**  
160 Seiten, 88 Bilder, 7 Tabellen. 1995. Kartoniert.

Band 43

Werner Heckel

**Optische 3D-Konturerfassung und on-line Biegewinkelmessung mit dem Lichtschnittverfahren**

149 Seiten, 43 Bilder, 11 Tabellen. 1995. Kartoniert.

Band 44

Armin Rothhaupt

**Modulares Planungssystem zur Optimierung der Elektronikfertigung**

180 Seiten, 101 Bilder. 1995. Kartoniert.

Band 45

Bernd Zöllner

**Adaptive Diagnose in der Elektronikproduktion**

195 Seiten, 74 Bilder, 3 Tabellen. 1995. Kartoniert.

Band 46

Bodo Vormann

**Beitrag zur automatisierten Handhabungsplanung komplexer Blechblegeteile**

126 Seiten, 89 Bilder, 3 Tabellen. 1995. Kartoniert.

Band 47

Peter Schnepf

**Zielkostenorientierte Montageplanung**

144 Seiten, 75 Bilder. 1995. Kartoniert.

Band 48

Rainer Klotzbücher

**Konzept zur rechnerintegrierten Materialversorgung in flexiblen Fertigungssystemen**

156 Seiten, 62 Bilder. 1995. Kartoniert.

Band 49

Wolfgang Greska

**Wissensbasierte Analyse und Klassifizierung von Blechteilen**

144 Seiten, 96 Bilder. 1995. Kartoniert.

Band 50

Jörg Franke

**Integrierte Entwicklung neuer Produkt- und Produktionstechnologien für räumliche spritzgegossene Schaltungsträger (3-D MID)**

196 Seiten, 86 Bilder, 4 Tabellen. 1995. Kartoniert.

Band 51

Franz-Josef Zeller

**Sensorplanung und schnelle Sensorregelung für Industrieroboter**

190 Seiten, 102 Bilder, 9 Tabellen. 1995. Kartoniert.

Band 52

Michael Solvie

**Zeitbehandlung und Multimedia-Unterstützung in Feldkommunikationssystemen**

200 Seiten, 87 Bilder, 35 Tabellen. 1996. Kartoniert.

Band 53

Robert Hopperdietzel

**Reengineering in der Elektro- und Elektronikindustrie**

180 Seiten, 109 Bilder, 1 Tabelle. 1996. Kartoniert.