

Lehrstuhl für Montagesystemtechnik und Betriebswissenschaften
der Technischen Universität München

Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen

Martin Werner

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. A. Günthner

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. Feldmann,
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
3. Hon.-Prof. Dr.-Ing., Dr. h.c., Dr.-Ing. E.h. J. Milberg

Die Dissertation wurde am 22.05.2001 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 08.07.2001 angenommen.

Forschungsberichte

iwb

Band 157

Martin Werner

***Simulationsgestützte
Reorganisation von Produktions-
und Logistikprozessen***

***herausgegeben von
Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart***

Herbert Utz Verlag



Forschungsberichte iwb

Berichte aus dem Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften
der Technischen Universität München

herausgegeben von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
Technische Universität München
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich

Zugleich: Dissertation, München, Techn. Univ., 2001

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2001

ISBN 3-8316-0058-9

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München
Tel.: 089/277791-00 · Fax: 089/277791-01

Geleitwort des Herausgebers

Die Produktionstechnik ist für die Weiterentwicklung unserer Industriegesellschaft von zentraler Bedeutung. Denn die Leistungsfähigkeit eines Industriebetriebes hängt entscheidend von den eingesetzten Produktionsmitteln, den angewandten Produktionsverfahren und der eingeführten Produktionsorganisation ab. Erst das optimale Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik erlaubt es, alle Potentiale für den Unternehmenserfolg auszuschöpfen.

Um in dem Spannungsfeld Komplexität, Kosten, Zeit und Qualität bestehen zu können, müssen Produktionsstrukturen ständig neu überdacht und weiterentwickelt werden. Dabei ist es notwendig, die Komplexität von Produkten, Produktionsabläufen und -systemen einerseits zu verringern und andererseits besser zu beherrschen.

Ziel der Forschungsarbeiten des *iwb* ist die ständige Verbesserung von Produktentwicklungs- und Planungssystemen, von Herstellverfahren und Produktionsanlagen. Betriebsorganisation, Produktions- und Arbeitsstrukturen sowie Systeme zur Auftragsabwicklung werden unter besonderer Berücksichtigung mitarbeiterorientierter Anforderungen entwickelt. Die dabei notwendige Steigerung des Automatisierungsgrades darf jedoch nicht zu einer Verfestigung arbeitsteiliger Strukturen führen. Fragen der optimalen Einbindung des Menschen in den Produktentstehungsprozess spielen deshalb eine sehr wichtige Rolle.

Die im Rahmen dieser Buchreihe erscheinenden Bände stammen thematisch aus den Forschungsbereichen des *iwb*. Diese reichen von der Produktentwicklung über die Planung von Produktionssystemen hin zu den Bereichen Fertigung und Montage. Steuerung und Betrieb von Produktionssystemen, Qualitätssicherung, Verfügbarkeit und Autonomie sind Querschnittsthemen hierfür. In den *iwb*-Forschungsberichten werden neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung des *iwb* veröffentlicht. Diese Buchreihe soll dazu beitragen, den Wissenstransfer zwischen dem Hochschulbereich und dem Anwender in der Praxis zu verbessern.

Gunther Reinhart

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als Unternehmensberater am Institut für Produktionstechnik GmbH (*ifp*).

Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, dem Leiter des Lehrstuhls für Montagesystemtechnik und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München, und Herrn Hon.-Prof. Dr.-Ing., Dr. h.c., Dr.-Ing. E.h. Joachim Milberg, dem ehemaligen Leiter des Lehrstuhls, gilt mein besonderer Dank für die wohlwollende Unterstützung und großzügige Förderung meiner Arbeit.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Klaus Feldmann, dem Leiter des Lehrstuhls für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (*FAPS*) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, danke ich herzlich für das an meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse und die Übernahme des Korreferats.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Prof. Dr.-Ing. Christoph Maier und Herrn Dipl.-Ing. Ulrich Kohler, den Geschäftsführern des *ifp*, die die Erstellung der vorliegenden Dissertation unterstützten. Sie gaben mir die Möglichkeit, meine Erfahrungen aus der Projektstätigkeit in die vorliegende Arbeit einzubringen.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des *ifp* sowie allen Studenten, die mich bei der Erstellung meiner Arbeit unterstützt haben, recht herzlich. Im besonderen gilt der Dank den Mitwirkenden des *LSG*-Teams, die mit ihrem persönlichen Engagement entscheidend den Aufbau eines neuen Geschäftsfelds des *ifp* mit geprägt haben.

Bei meinen Eltern möchte ich mich ganz besonders herzlich bedanken. Sie haben mich stets in meiner Ausbildung unterstützt und damit den entscheidenden Grundstein zu dieser Arbeit gelegt.

München, im Juli 2001

Martin Werner

Für Sabine und Ben

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Zielsetzung der Arbeit.....	4
1.3	Struktur der Arbeit.....	5
2	Eingrenzung des Themenschwerpunkts	7
2.1	Definition wichtiger Begriffe	7
2.1.1	Prozess	7
2.1.2	Planung und Reorganisation	9
2.1.3	Kennzahlen und Kennzahlensysteme	12
2.1.4	Produktion und Logistik	15
2.2	Einordnung der Arbeit.....	17
3	Stand der Forschung und Technik	19
3.1	Der Prozess als Organisationsprinzip	19
3.1.1	Die Geschichte der industriellen Arbeit.....	20
3.1.2	Die Entwicklung moderner Managementphilosophien.....	21
3.1.3	Potentiale der Prozessoptimierung.....	26
3.2	Vorgehen bei der Definition von Prozessabfolgen	28
3.2.1	Das Aufgabengebiet der Arbeitsplanung	28
3.2.2	Das Vorgehen bei der Arbeitsplanerstellung	29
3.2.3	EDV-gestützte Arbeitsplanerstellung (CAP)	33
3.2.4	Beurteilung der Arbeitsplanerstellung.....	35

3.3 Methoden zur Reorganisation von Prozessen.....	37
3.3.1 Ansätze zur Reorganisation von Prozessen	37
3.3.2 Beurteilung der Ansätze.....	43
3.3.3 Der Faktor Mensch in BPR-Projekten	46
3.3.4 Das prozessorientierte Unternehmen	48
3.4 Das Werkzeug Simulationstechnik.....	49
3.4.1 Einsatzfelder und Verbreitung der Simulationstechnik.....	49
3.4.2 Simulation von Produktions- und Logistikprozessen.....	51
3.4.3 Beurteilung der Simulationstechnik.....	53
3.4.4 Neuerliche Ansätze zur Modellgenerierung	58
3.5 Zusammenfassung der Defizite und Ableitung des Handlungsbedarfs.	64
4 Entwicklung einer Reorganisationssystematik für Produktion und Logistik	69
4.1 Konzeptentwicklung	69
4.2 Erfassung der statischen Prozessabfolgen	71
4.2.1 Erfassung der statischen Plandaten	71
4.2.2 Erhebung der Prozessabfolgen	72
4.2.3 Visualisierung der statischen Prozessabfolgen.....	74
4.3 Modellierung der dynamischen Prozesssteuerung.....	75
4.3.1 Erfassung der dynamischen Plandaten	75
4.3.2 Vorgehen bei der Modellgenerierung.....	77
4.3.3 Kalibrierung des Modells.....	79

4.4	Beurteilung der bestehenden Prozessabfolgen	79
4.4.1	Klassifizierung der Prozesse	80
4.4.2	Vorüberlegungen zu Kennzahlensystemen	81
4.4.3	Aufbau eines firmenspezifischen Kennzahlensystems	83
4.4.4	Ableitung des Reorganisationsbedarfs	90
4.5	Reorganisation der statischen Prozesse.....	90
4.5.1	Restrukturierung der Prozessabfolgen	90
4.5.2	Anpassung der Produktions- und Logistikstruktur	92
4.6	Optimierung der dynamischen Einflussfaktoren.....	98
4.6.1	Einsatzvorbereitungen am Simulationsmodell.....	99
4.6.2	Gestaltungsansätze für die dynamische Optimierung	99
4.6.3	Auswertung der Ergebnisse	104
4.7	Bewertung und Transfer der Ergebnisse	105
4.7.1	Entwicklung von Migrationsstrategien	105
4.7.2	Bewertung der Migrationsstrategien	106
4.7.3	Planung der Realisierung	111
4.7.4	Controlling der Implementierung.....	111
4.8	Organisatorische Integration des Ansatzes	112
4.8.1	Vorgabe der Unternehmensziele - ‚Top-Down‘	113
4.8.2	Bildung der Organisationsstruktur - ‚Bottom-Up‘	114
4.9	Zusammenfassung der Systematik.....	115

5	Verifikation des Ansatzes am Fallbeispiel	117
5.1	Klassifizierung des Unternehmens	117
5.1.1	Unternehmenszweck und -umfeld.....	117
5.1.2	Funktionsbereiche eines Airline-Catering-Betriebs	119
5.2	Einsatzbeispiel der ESPRIT-Systematik.....	120
5.3	Bewertung der Ergebnisse	126
6	Bewertung des Ansatzes.....	127
6.1	Vorgehen beim Projektvergleich.....	127
6.2	Vergleich durchgeführter Reorganisationen	128
6.3	Vergleich mit der empirischen Erfahrungskurve	132
6.4	Zusammenfassende Bewertung des Ansatzes	134
7	Permanente Integration im Unternehmen.....	137
7.1	Bilanz der ESPRIT-Projekte	137
7.2	Der Forschungsverbund MATVAR.....	138
7.3	Das EDV-Konzept zur permanenten Reorganisation	139
7.4	Umsetzung der ESPRIT-Systematik durch das EDV-Konzept.....	146
7.5	Abschließende Bewertung	148
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	149
9	Literaturverzeichnis.....	153

Abbildungen

Abb. 1-1:	Reorganisationsbedarf der deutschen Unternehmen [IMK 1998]....	2
Abb. 1-2:	Anpassung der Produktion am Beispiel der Absatzschwankung.....	3
Abb. 1-3:	Übergang v. Flexibilität zur Reaktionsfähigkeit [REINHART 2000A] ...	4
Abb. 2-1:	Grundmodell eines Prozesses [DIN 19222 1995].....	7
Abb. 2-2:	Planungsfelder der Fabrikplanung [WIENDAHL 1996]	9
Abb. 2-3:	Planungssystematik nach REFA [REFA 1987].....	10
Abb. 2-4:	Systematisierung d. Reorganisationstypen n. [VEITINGER 1997]....	11
Abb. 2-5:	Arten von Kennzahlen im formalen Aufbau [MALUCHE 1979, S.5]..	13
Abb. 2-6:	Vergleich von Kennzahlensystemen mit Beispielen	14
Abb. 2-7:	Aufbau eines Arbeitssystems in Anlehnung an [GÜNTHER & TEMPELMEIER 1996].....	16
Abb. 2-8:	Prozessmodell des Logistiksystems nach [VEITINGER 1997, S48] .	16
Abb. 3-1:	Kennzahlen PKW-Montagerwerke 1989 [WOMACK ET AL. 1991]	22
Abb. 3-2:	Lean Management [BÖSENBERG & METZEN 1993, S. 135].....	23
Abb. 3-3:	Evolutionäres Reengineering nach [SERVATIUS 1994, S.12]	24
Abb. 3-4:	Innovationsentwicklung der industriellen Produktion [IAO 2000] und deren Auswirkung auf die Unternehmensstrukturierung.....	25
Abb. 3-5:	Durchlaufzeit eines Leiterplattenherstellers [POHL 1998].....	26
Abb. 3-6:	Potentiale der Prozessorientierung [NIPPA 1996, S.45]	27
Abb. 3-7:	Planungsmethoden zur Arbeitsplanerstellung [EVERSHEIM & SCHUH 1996, S.7-76].....	29
Abb. 3-8:	Aufgaben der Arbeitsplanerstellung [KOEPPER 1991].....	30
Abb. 3-9:	Einflussgrößen bei der Maschinenauswahl [EVERSHEIM 1989]	32
Abb. 3-10:	Funktionen der rechnergestützten Arbeitsplanerstellung [EVERSHEIM & SCHUH 1996].....	34

Abb. 3-11: Implizite Festlegung der Produktion- und Logistikprozesse bei der Arbeitsplanung.....	36
Abb. 3-12: Bewertung der Vorgehensweisen aus Sicht der Prozessoptimierung in Produktion und Logistik	44
Abb. 3-13: Verbreitung von Managementtools [Zeller 1996]	46
Abb. 3-14: Blockaden bei der Restrukturierung [BREMER & SPIEWACK 1999]..	47
Abb. 3-15: Modellierungsebenen für die Simulation bei produktionstechnischen Anwendungen [FELDMANN & REINHART 1999, S.15]....	49
Abb. 3-16: Beispiel eines Simulationsmodells für Produktion und Logistik.....	52
Abb. 3-17: Einstiegshürden für die Simulation [FELDMANN & REINHART 1997]..	54
Abb. 3-18: Verteilung des Aufwands auf die Phasen eines Simulationsprojekts [FELDMANN & REINHART 1997]	55
Abb. 3-19: Entscheidende Faktoren für den Erfolg einer Ablaufsimulation [FELDMANN & REINHART 1997].....	56
Abb. 3-20: Bereitstellung aller Daten in einem Unternehmensmodell [FELDMANN & REINHART 1997].....	57
Abb. 3-21: Übermittlung v. Daten in d. Simulation [REINHART & SELKE 1999] ..	59
Abb. 3-22: Nutzung gemeinsamer Datenbestände [LEHMANN 1996].....	61
Abb. 3-23: Planungsregelkreis am Beispiel der Berechnung von Pufferflächen [LEHMANN 1996]	63
Abb. 3-24: Zusammenfassender Anforderungskatalog	67
Abb. 4-1: Statische Plandaten der Basisobjekte.....	72
Abb. 4-2: Aufnahme der Prozesse mit Hilfe des Erfassungsbogens	73
Abb. 4-3: Visualisierung der Prozesse im Materialflussschaubild.....	75
Abb. 4-4: Dynamische Plandaten der Basisobjekte.....	76
Abb. 4-5: Ablauf einer Simulationsstudie nach [LEHMANN 1996, S.32].....	78
Abb. 4-6: Vier-Felder-Matrix zur Klassifizierung d. Prozesse [KREUZ 1996]..	80

Abb. 4-7: Ziele u. Anforderungen an Kennzahlensysteme n. [HABICHT 1999, S.8] [MURR 1999, S.26] [BÖSENBERG & METZEN 1993, S.50]	81
Abb. 4-8: Die drei Kennzahldeterminanten für Produktion und Logistik	82
Abb. 4-9: Differenzierung der eingesetzten Kennzahlensysteme.....	83
Abb. 4-10: Ermittlung der Betriebskennzahlen.....	84
Abb. 4-11: Ermittlung der Prozesskennzahlen	87
Abb. 4-12: Auswertung des Best-Practise	89
Abb. 4-13: ASI-Methode z. Rationalisierung nach [TÖNSHOFF 1987, S.S-3]....	91
Abb. 4-14: Anpassungsmöglichkeiten von Prozess und Struktur.....	92
Abb. 4-15: Optimierung durch Anpassung der Struktur an die Prozesse.....	94
Abb. 4-16: Darstellung der Transportweglängen alternativer Arbeitspläne	96
Abb. 4-17: Optimierung durch Anpassung der Prozesse an die Struktur	97
Abb. 4-18: Kombination der Optimierungsansätze.....	98
Abb. 4-19: Einsatzcharakteristika alternativer Steuerungskonzepte	102
Abb. 4-20: Positionierung d. Steuerungsansätze für Produktion und Logistik nach [VDI 1991, S.13ff] [WARNECKE 1993, S.124]	103
Abb. 4-21: Einflussfaktoren d. Leistungsfähigkeit v. Produktion u. Logistik ..	104
Abb. 4-22: Entwicklung von Migrationsstrategien	106
Abb. 4-23: Verfahren der Investitionsrechnung [HEINEN 1991, S.919]	107
Abb. 4-24: Auswirkung d. Gemeinkostenentwicklung a. d. Kostenrechnung	108
Abb. 4-25: Auswertung d. simulationsgestützten Prozesskostenrechnung ...	110
Abb. 4-26: Zielvorgaben bei der Prozessimplementierung	111
Abb. 4-27: Phasen i. Reorganisationsprozessen [OATERLOH & FROST 1998]	112
Abb. 4-28: Aufbau einer Sekundärorganisation für die Reorganisation	114
Abb. 4-29: Zusammenfassung der ‚ESPRIT-Systematik‘.....	116

Abb. 5-1:	Charakteristik des Airline-Caterings	119
Abb. 5-2:	Produktionsbereiche u. Materialflüsse i. Airline-Catering-Betrieb	120
Abb. 5-3:	Analyse des Materialflusses mit MATFLOW	121
Abb. 5-4:	Zeitverhalten des Flugplans	122
Abb. 5-5:	Klassifizierung und Bewertung des Ist-Prozesses	122
Abb. 5-6:	Entwicklung einer neuen Prozessabfolge mit AnySIM	123
Abb. 5-7:	Wandernder Personalbedarf im Airline-Catering.....	125
Abb. 5-8:	Auswertung der Prozessparameter mit der Simulation	125
Abb. 6-1:	Zeitlicher Anteil der Vorarbeiten am Gesamtprojekt sowie erzielte Ergebnispunkte pro Projekt.....	129
Abb. 6-2:	Ergebnispunkte pro Projektwoche	130
Abb. 6-3:	Zeitgewinn der Folgeprojekte gegenüber dem Auftaktprojekt.....	131
Abb. 6-4:	Vergleich der gemittelten Erfahrungskurve mit der empirischen Erfahrungskurve nach [REINHART 1998, S.3-12].....	132
Abb. 6-5:	Nutzen-Aufwand-Vergleich für die ESPRIT-Systematik.....	133
Abb. 7-1:	Ziele der Arbeitspakete [GÜNTNER & REINHART 2000, S.1-6]	139
Abb. 7-2:	Anforderungen an das EDV-Konzept zur permanenten Reorgani- sation	139
Abb. 7-3:	Das EDV-Konzept zur permanenten Reorganisation von Produk- tions- und Logistikprozessen	140
Abb. 7-4:	Datentransfer Realsystem ▶ Reorganisation	141
Abb. 7-5:	Datentransfer Arbeitsplanung ◀▶ Layoutplanung	142
Abb. 7-6:	Datentransfer Arbeitsplanung ◀▶ Fördertechnikplanung	143
Abb. 7-7:	Datentransfer Layoutplanung ◀▶ Simulation	144
Abb. 7-8:	Datentransfer Layoutplanung ◀▶ Leitstand.....	145

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
Abb.	Abbildung
AV	Arbeitsvorbereitung
AWF	Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung e.V.
BDE	Betriebsdatenerfassung
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
BOA	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
BPR	Business Process Reengineering
CAD	Computer Aided Design
CAP	Computer Aided Planning
CIM	Computer Integrated Manufacturing
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
FEM	Finite Elemente Methode
FAPS	Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik, Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen
FSZ	Fortschrittszahlenkonzept
Hrsg.	Herausgeber
ISO	International Organisation for Standardisation
IWB	Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München

JIT	Just-In-Time
KMU	Kleines mittelständisches Unternehmen
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MDE	Maschinendatenerfassung
MIT	Massachusetts-Institut of Technology
MRP	Material Requirement Planning
MTM	Methods of Time Measurements
NC	Numerical Control
PC	Personal Computer
PFT	Projekträger für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung
PPS	Produktionsplanung und –steuerung
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V.
SCM	Supply Chain Management
SE	Simultaneous Engineering
SRI	Stanford Research Institut
STAD	Stuctured Analysis and Design Technique
TQM	Total Quality Management
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation

Die Dynamik in den Wirtschaftskreisläufen hat weiter zugenommen. Durch die fortschreitende Globalisierung der Märkte sind die Produzenten einem höheren Konkurrenzdruck ausgesetzt. So bewirken internationale Vernetzungen ein verstärktes Auflösen territorialer Vertriebsgebiete und somit einen Anstieg der Mitbewerber je Marktsegment. Gleichzeitig zeichnet sich auf der Verbraucherseite eine stärker individualisierte Nachfrage als ausschlaggebender Wettbewerbsfaktor ab [OSTERLOH & FROST 1998, S.17] [REINHART & HOFFMANN 2000, Vorwort und S.162] [KORTÜM 2000].

Hieraus resultiert für die Unternehmen die Herausforderung, in kurzen Zyklen innovative Produkte zu entwickeln und diese zu einem wettbewerbsfähigen Preis bei hoher Qualität und großer Termintreue auf dem Markt anzubieten [REINHART 1997] [MILBERG 1997] [RAUH 1998, S.1] [BMBF 1998]. Heinrich von Pierer, Vorstandsvorsitzender der Siemens AG, berichtete bereits 1997, dass sein Unternehmen 80% des Umsatzes mit Produkten macht, die nicht älter als 2 Jahre sind [PIERER 1998]. Dennoch reichen allein konkurrenzfähige Produkte nicht mehr aus. Um sich den gewandelten Markterfordernissen und Vertriebssystemen (z.B. E-Commerce) anzupassen und die erforderlichen Effizienzsteigerungen zu realisieren, müssen sich die Unternehmen auch strukturell verändern [WILDEMANN 1993] [LUDSTECK 2000].

Das Kernproblem hierbei ist allerdings, dass die Anforderungen an die Struktur der Unternehmen zunehmend schlechter prognostizierbar sind [WARNECKE 1997]. So stellt sich allein die Produktnachfrage enorm schwankungsanfällig dar [SELLMER 2000, S.42]. Am Beispiel des Maschinenbauunternehmens aus Abb. 1-2 zeigt sich ein pulsierender Auftragseingang mit minus 40% und plus 20% sowie nur bedingt vergleichbare jahreszyklische Schwankungen. Setzt man hier voraus, dass der Markt innerhalb kurzer Lieferzeiten bedient werden soll und zugleich, wegen der schlechten Planbarkeit, kein Abgleich über Vorräte zugelassen wird, so müssen kurzfristige Schwankungen allein durch die Produktion und Logistik abgefangen werden [WESTKÄMPER 1999, S.2]. Eine Anforderung, die neben Flexibilitätsreserven auch durch die Variation von Layout und Logistik erfüllt werden muss [WESTKÄMPER 1999, S.5].

Untersuchungen belegen jedoch, dass gerade hier die europäischen Unternehmen noch deutlichen Nachholbedarf haben. Rund 70% der in Deutschland anfallenden jährlichen Logistikkosten von rund 500 Mrd. DM entfallen allein auf den innerbetrieblichen Bereich [KEARNEY 1994]. Durch geeignete technische wie auch strukturelle Maßnahmen werden davon 50%, also rund 175 Mrd. DM, als mögliches Rationalisierungspotential gesehen [GÜNTNER & ALLGAYER 1997, S.28]. Zusätzlich können durch die verbesserte Steuerung von Logistikketten weitere Kostenreduktionen in den Lager- und Bestandskosten realisiert werden, die sich im Maschinenbau auf rund 30% des Gesamtvermögens belaufen [NIES 1994]. Angesichts dieser deutlichen Potentiale erscheint die nachfolgende Studie des Instituts für Medienentwicklung und Kommunikation [IMK 1998] als durchaus plausibel, die bei 55% der Unternehmen aktuellen Reorganisationsbedarf feststellt, und bei den Maschinenbauunternehmen sogar 66% angibt.

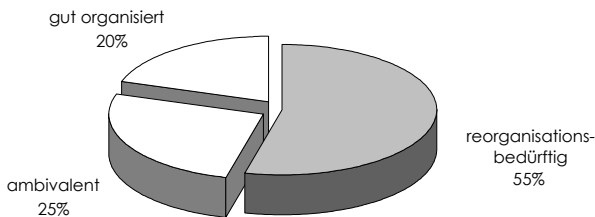


Abb. 1-1: Reorganisationsbedarf der deutschen Unternehmen [IMK 1998]

Der Bedarf an Veränderung ist also groß, und die Bereitschaft der Unternehmen ist schon seit einigen Jahren deutlich angestiegen [FRESE & VON WERDER 1994]. So wurden gerade in den 90-er Jahren vielfach Maßnahmen eingeleitet [IMK 1998]. Erfahrungsberichte zeigen jedoch, dass viele Reorganisationen auf halben Wege stecken blieben [GAITANIDES ET AL. 1994] [LAY ET AL. 1997] [JANUSZ 1998]. Ursache für die teilweise schlechte Erfolgsbilanz ist meist die zu langsame Wandlungsfähigkeit. Langatmige Planungsprojekte mit großen Tragweiten verursachen eine zu lange Zeitverzögerung bis zur Nutzung der Vorteile. Das Risiko, dass Maßnahmen bereits bei der Umsetzung schon nicht mehr der aktuellen Situation angemessen sind, steigt (siehe Abb. 1-2). Deshalb muss die Planungsdauer, vom Auftreten eines Problems bis zur Umsetzung der Lösung, gravierend reduziert werden, und die Planungshäufigkeit, d.h. die Häufigkeit des Erkennens von Problemstellungen und Lösungswegen, deutlich erhöht werden [WESTKÄMPER 1997].

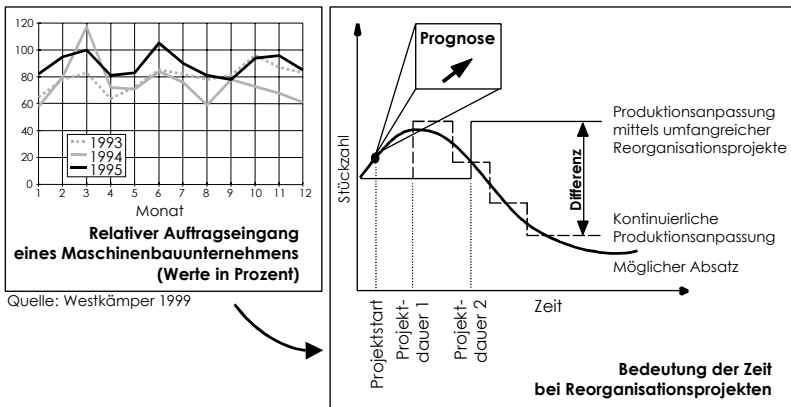


Abb. 1-2: Anpassung der Produktion am Beispiel der Absatzschwankung

Es setzt sich die Erkenntnis durch, dass keine einmalige Reorganisation zum Ziel führt, denn geschaffene Abläufe müssen bereits nach kurzer Zeit aufgrund der nicht prognostizierbaren Marktveränderungen erneut angepasst werden: „Der Reorganisationstakt wird immer kürzer“ [VEITINGER 1997, S.1] und der Übergang zum permanenten Wandel spürbar [REINHART & HOFFMANN 2000, Vorwort] [VEITINGER 1997, S.1].

Der geforderte schnelle Wandel ist jedoch auch mit Risiken verbunden [REINHART 1997]. So führte der aufgezeigte Anstieg des Konkurrenzdrucks und die individualisierte Nachfrage der Verbraucher bei den Produzenten zu einer gestiegenen Komplexität von Produkt, Produktion und Organisation [GOLDSTEIN 1999, S.65]. Hierdurch müssen bei notwendigen Veränderungen eine Vielzahl an Parametern berücksichtigt werden. Die angestrebte hohe Planungsqualität, die nicht zuletzt an minimalen Produktions- und Logistikkosten bei hoher Planungssicherheit gemessen wird, trägt entscheidend zum Wettbewerbserfolg bei [BAUMGARTEN 1997] [PFOHL 1999] [KUDLICZA 2000].

Zusammenfassend stellt sich die Planung, Optimierung und Realisierung der Produktions- und Logistikprozesse im Spannungsfeld zwischen Zeit und Qualität dar, dessen Ausmaß in der Zukunft sicherlich noch zunehmen wird.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die aufgezeigte Zunahme der Turbulenz im Umfeld der Unternehmen kann durch zahlreiche aktuelle Veröffentlichungen belegt werden [HIRSCHBERG 2000]. Als Reaktion wird die schnelle Wandlungsfähigkeit der Unternehmen gefordert [REINHART ET AL. 1999] [WESTKÄMPER 1999A]. Sie beschreibt die Fähigkeit eines Unternehmens, sich an ein turbulentes Umfeld zu adaptieren. Neben der Flexibilität, die eine mögliche Veränderung in vorgehaltenen Dimensionen und Szenarien wiedergibt, rückt die Reaktionsfähigkeit als zweite Dimension der Wandlungsfähigkeit in der Vordergrund. Sie beschreibt das Potential, um jenseits vorgedachter Dimensionen und Korridore agieren zu können [REINHART 2000A, S.24] (siehe Abb. 1-3). Ihre Bedeutung wird in der Zukunft zunehmen, da der turbulente Markt schlecht prognostizierbar ist und ungenutzte Flexibilitätsreserven aus Kostengründen nicht mehr vertretbar sind [WESTKÄMPER 2000].

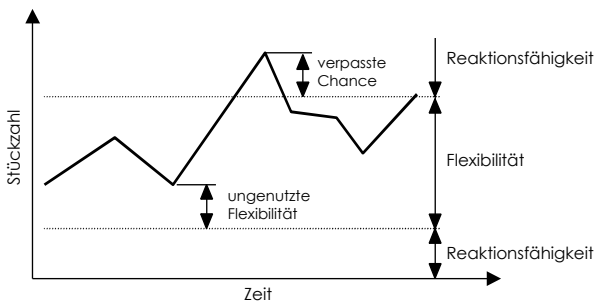


Abb. 1-3: *Übergang von Flexibilität zur Reaktionsfähigkeit [REINHART 2000A]*

Im Bereich der Produktionstechnik kann die Reaktionsfähigkeit nicht allein durch technische Lösungen bereitgestellt werden. Sie erfordert Kreativität, weshalb die Menschen im Mittelpunkt der Reaktionsfähigkeit stehen [REINHART 2000A, S.24]. Jedoch neigen Menschen zur Beharrlichkeit. Deshalb müssen in einem Unternehmen Systematiken installiert werden, die Reorganisationen zum permanenten Bestandteil der Unternehmenskultur machen.

So müssen Prozesse dauerhaft auf ihre Wirksamkeit und Effizienz kontrolliert werden. Beim Erkennen von Ineffizienzen werden unmittelbar über definierte Abläufe Reorganisationen ausgelöst. In Abhängigkeit des Grads der Verän-

derung erfolgt die schnelle und zielgerichtete Entwicklung angepasster Maßnahmen, die vor ihrer Implementierung mit geeigneten Werkzeugen auf ihre tatsächliche Wirksamkeit überprüft werden. Bei der Realisierung gelten dann die ermittelten Sollwerte als Zielwerte für die installierten Prozesse. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, die Reorganisationsmechanismen in beiden Dimensionen, Zeit und Qualität, effizienter zu gestalten.

Aufgrund des aufgezeigten Potentials gerade in den Prozessen der Produktion und Logistik (siehe Kapitel 1.1) werden diese Unternehmensbereiche als Schwerpunkt der Arbeit gewählt. Ziel ist es, für diese Prozesse eine Reorganisationssystematik zu entwickeln, die die dargestellte Vorgehensweise bei der Reaktion auf Veränderungen außerhalb des Flexibilitätsrahmens effizient umsetzt. Als Besonderheit wird hierbei die klare Quantifizierbarkeit dieser Abläufe gesehen. So müssen zusätzlich zur Vorgehensweise geeignete quantifizierende Werkzeuge in den Ablaufphasen vorgesehen werden. Hierdurch soll ein Entscheiden an ‚harten‘ Kriterien ermöglicht werden, wodurch eine hohe Qualität der abgeleiteten Maßnahmen sichergestellt wird. Letztlich müssen für die vorgeschlagenen Werkzeuge geeignete Strukturen entwickelt werden, damit diese permanent im Unternehmen installiert werden und jederzeit eine schnelle, zielgerichtete Durchführung von Reorganisationen ermöglichen können.

Zusammengefasst ist das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung einer auf die Prozesse der Produktion und Logistik abgestimmten Reorganisationssystematik unter Einsatz quantifizierender Werkzeuge, die permanent in die EDV-Struktur der Unternehmen implementiert werden.

1.3 Struktur der Arbeit

Für die Entwicklung der Reorganisationssystematik müssen zunächst im Kapitel 2 Begriffe definiert werden, um den Themenschwerpunkt zu spezifizieren. Nach dieser Eingrenzung der Aufgabenstellung erfolgt in Kapitel 3 eine Analyse des gegenwärtigen Stands der Forschung und Technik. So wird zunächst auf die Bedeutung der Prozessorientierung in den Unternehmen eingegangen und ihre Vorteile herausgestellt. Trotz der klaren Potentiale werden Prozesse in Produktion und Logistik noch zu wenig berücksichtigt, weshalb die Ursachen aber auch die Methoden und Werkzeuge zur Behebung untersucht werden. Abschließend werden die Defizite zusammengefasst und der Handlungsbedarf abgeleitet.

Zur Behebung der Schwachstellen wird in Kapitel 4 eine auf Produktion und Logistik abgestimmte Reorganisationssystematik entwickelt. Hierzu müssen geeignete Projektphasen definiert und wichtige, quantifizierende Werkzeuge sowie ein organisatorischer Rahmen für die Durchführung erarbeitet werden. Zur Verifikation dient ein Praxisbeispiel (Kapitel 5), bevor im Kapitel 6 der Nutzen des Ansatzes in einem Projektvergleich quantitativ bewertet wird.

Um die Potentiale der Reorganisation von Produktion und Logistik in kurzen Durchlaufzeiten bei hoher Qualität dauerhaft erschließen zu können, ist es nutzbringend, die Werkzeuge direkt in die EDV-Struktur der Unternehmen zu implementieren. Hierzu wird in Kapitel 7 ein geeignetes Softwarekonzept entwickelt. Kapitel 8 fasst die Ergebnisse zusammen gibt einen Ausblick auf die Weiterentwicklung des Ansatzes.

2 Eingrenzung des Themenschwerpunkts

Für eine exakte Einordnung der vorliegenden Arbeit werden zunächst wichtige Begriffe in ihrer Bedeutung definiert. Beginnend wird in Kapitel 2.1.1 auf den Begriff ‚Prozess‘ eingegangen, bevor Kapitel 3.1 den Prozess als Organisationsprinzip vorstellt. Eng verbunden mit dem Prozessgedanken ist die ‚Reorganisation‘ von Prozessen. Deshalb wird der Begriff ‚Reorganisation‘ von der ‚Planung‘ im Kapitel 2.1.2 abgegrenzt. Wesentlich für das Erkennen eines Reorganisationsbedarfs ist die Analyse und der Vergleich der eigenen Leistungsfähigkeit eines Unternehmens. Hierzu dienen ‚Kennzahlen‘ sowie ‚Kennzahlensysteme‘, auf die in Kapitel 2.1.3 eingegangen wird.

Als Themenschwerpunkt wurden die Prozesse in ‚Produktion‘ und ‚Logistik‘ gewählt. Hierzu werden in Kapitel 2.1.4 diese Unternehmensbereiche vorgestellt und ihr Zusammenhang erläutert, bevor abschließend anhand der definierten Begriffe die vorliegende Arbeit eingeordnet wird (Kapitel 2.2).

2.1 Definition wichtiger Begriffe

2.1.1 Prozess

Der Begriff ‚Prozess‘ wird in der Literatur mit sehr vielfältigen Definitionen umschrieben. Die allgemeinste Definition dokumentiert [DIN 19222 1995] (siehe Abb. 2-1). Demnach ist ein Prozess die Gesamtheit aufeinander einwirkender Vorgänge, durch die in einem System Materie, Energie oder Information umgeformt, transportiert oder auch gespeichert wird.

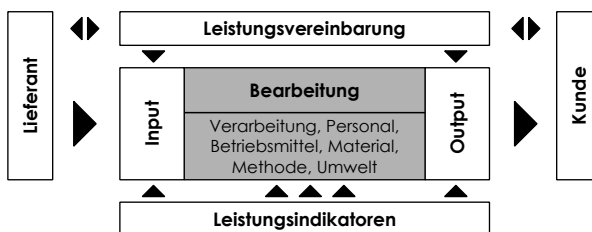


Abb. 2-1: Grundmodell eines Prozesses [DIN 19222 1995]

Die Definition der [DIN ISO 9001 1994] beschreibt ebenfalls die Umwandlung von materiellen und immateriellen Produkten, nimmt jedoch als Intention des Prozesses die Steigerung des Wertes mit auf. Hierdurch werden Prozesse zu messbaren Aktivitäten, indem der Wert der Produkte an den Eingaben, an verschiedenen Stellen innerhalb des Prozesses sowie an den Ergebnissen gemessen werden kann. Analog hierzu wird in vielfältiger Fachliteratur, Verbandsdokumentationen aber auch in den Unternehmen der Prozess als eine Aneinanderreihung von Aktivitäten zur Steigerung des Mehrwerts eines Produkts verstanden. Exemplarisch seien [STRIENING 1992], der Verband EFQM (European Foundation for Quality Management) [EFQM 1995] sowie die Unternehmen IBM [RUNGE 1995] [FAßHAUER 1995] und Phillips [PHILLIPS 1994] genannt.

In den neueren Veröffentlichungen verschiedener Managementstrategien der 90-er Jahre werden die Prozesse als Wertschöpfungsketten noch exakter gefasst. So werden die Prozesse als bereichsübergreifende oder unternehmensweite Abläufe erkannt mit der alleinigen Orientierung auf den Kunden oder den Markt. Als Ergebnis eines Prozesses wird nur der tatsächliche Mehrwert für den Kunden verstanden [DAVENPORT 1993] [HAMMER & CHAMPY 1994] [GAITANIDES ET AL. 1994] [EVERSHEIM ET AL. 1996].

Zudem verwenden diese Veröffentlichungen vielfältig den Begriff ‚Business Process‘ oder ‚Geschäftsprozess‘. Während die oben dargestellten Definitionen aufeinander aufbauend verstanden werden können, gibt es hier keine eindeutige Definition [JANUSZ 1998, S.2]. So wird beispielsweise von [REINHART & GOLDSTEIN 1995] ein Geschäftsprozess sehr allgemein definiert, als die logische Reihenfolge zweckbetonter Handlungen betriebswirtschaftlichen, administrativen oder technischen Inhalts zur Transformation von Material, Energie und / oder Information. Eine zu allgemeine Definition hat jedoch zur Folge, dass in den Reorganisationssystematiken nur generell das Vorgehen und der Einsatz von Hilfsmittel beschrieben werden, was in Kapitel 3.3 noch aufgezeigt wird. Deshalb ist die Differenzierung der Begriffe ‚Geschäftsprozess‘ und ‚Arbeitsprozess‘ von [CAMP 1995] hilfreich. Demnach sind Geschäftsprozesse funktionsübergreifend, die für den Erfolg der Organisation von besonderer Wichtigkeit sind. Arbeitsprozesse unterstehen hingegen der Kontrolle einer einzelnen Funktion. Da aber dies für Produktions- und Logistikprozesse, die dem Zusammenwirken mehrerer Funktionen unterliegen, nicht zutreffend ist, erscheint im Rahmen dieser Arbeit die Unterscheidung zwischen ‚Produktionsprozessen‘ und den vorgelagerten, verwaltungstechnischen ‚Geschäftsprozessen‘ wie Konstruktion und Planung nach [JANUSZ 1998, S.2] am zutreffendsten.

2.1.2 Planung und Reorganisation

Die dargestellten Definitionen des Begriffs ‚Prozess‘ haben bereits aufgezeigt, dass moderne Managementstrategien, insbesondere das ‚Business Process Reengineering‘, sich mit dem Begriff intensiv auseinandersetzen. Deshalb soll der Begriff Reorganisation definiert und von der Planung abgegrenzt werden.

Unter ‚Planung‘ ist die vorausschauende Vorwegnahme zukünftiger Ereignisse und Abläufe durch das Entwerfen und die Analyse in die Zukunft gerichteter „Szenarien“ zur verstehen [MURR 1999, S.7] (in Anlehnung an [AGGTELEKY 1980] [WIENDAHL 1997] [GAUSEMEIER ET AL. 1996]). Sie umfasst das systematische Suchen und Festlegen von Zielen sowie das Entscheiden und Vorbereiten von Aufgaben, deren Durchführung zum Erreichen von Zielen erforderlich sind [REFA 1978]. Die im Rahmen der Planung getroffenen Entscheidungen werden hinsichtlich des Horizonts und der Bedeutung weiter differenziert in strategische, taktische und operative Planung. Die strategische Planung formuliert hierbei langfristige Ziele, die im Rahmen der taktischen Planung mittelfristig und im Rahmen der operativen Planung kurzfristig umgesetzt werden sollen [GÜNTHER & TEMPELMEIER 1996, S.22].

Der Begriff der strategischen Planung im Bereich der Produktion ist eng verbunden mit dem Begriff der ‚Fabrikplanung‘ (siehe Abb. 2-2). Sie umfasst die Planung und Auslegung industrieller Produktionsstätten sowie die Überwachung der Realisierung bis zum Anlauf der Produktion. Der Umfang reicht dabei von der Umplanung einer einzelnen Maschine mit ihren Nebeneinrichtungen bis hin zur Erstellung neuer Werksanlagen [WIENDAHL 1996].

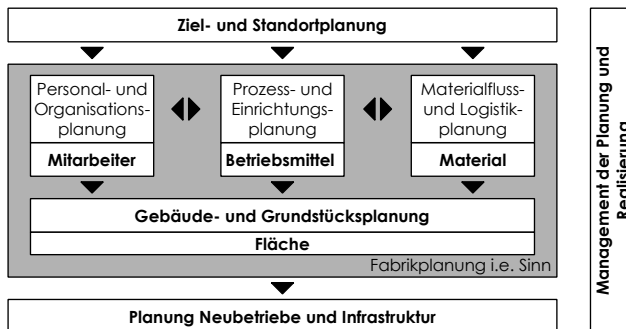


Abb. 2-2: Planungsfelder der Fabrikplanung [WIENDAHL 1996]

Eng verbunden mit Investitionsplanung gilt die Fabrikplanung als Teil der Unternehmensplanung, die globale und langfristige Ziele vorgibt. Basierend auf dem Produktionsprogramm und allgemeinen Unternehmenszielen erarbeitet die Fabrikplanung Maßnahmen, die in die wirtschaftlich-technische Investitionsplanung eingehen [DILLING 1990, S.7]. Die resultierenden Aussagen über Sach-, Flächen-, Personal- und Finanzmittel werden letztlich durch die Fabrikplanung in den realen Betriebsablauf überführt [WIENDAHL 1989].

Die Durchführung von strategischen Planungsaktivitäten wird in Planungssystematiken dokumentiert. Obgleich hier keine einheitliche Vorgehensweise existiert und auch die eingesetzten Hilfsmittel stark differieren, können die meisten Planungsprojekte mit der unten dargestellten Vorgehensweise von REFA verglichen werden [SKUDELNY 1994, S.16], die iterativ von der Grobplanung bis zur Detaillierung des Systems durchlaufen wird.

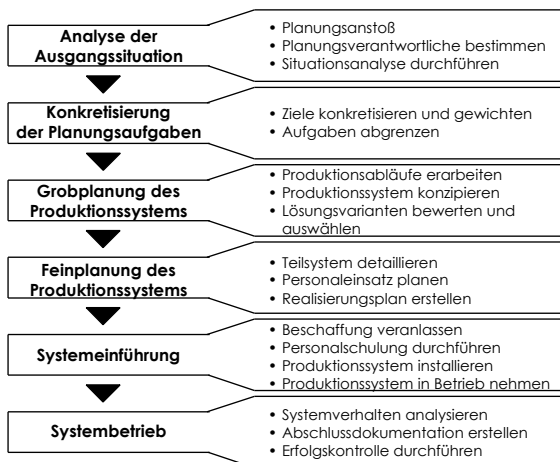


Abb. 2-3: Planungssystematik nach REFA [REFA 1987]

Mit dem Begriff der systematischen Planung von Industrieunternehmen wird bereits eine Abgrenzung zur Reorganisation geschaffen. Sie fordert eine permanente Werksstrukturplanung sowie die Planung von Arbeitsabläufen, Arbeitsmitteln, Anlagen, Gebäude, Personal, Material- und Informationsflüssen [VDI 1991, S.21]. Auch in den aktuellen Veröffentlichungen werden kontinuierliche Planungsaktivitäten gefordert [WESTKÄMPER 2000].

Reorganisationen gelten indessen in der Literatur als tiefgreifende Veränderungen, welche die kontinuierliche Entwicklung des Unternehmens unterbrechen [KIRSCH ET AL. 1979]. Die Eingriffe sind nicht alltäglich und die Wirkung zeigt weitreichende Konsequenzen für alle Beteiligten und Betroffenen. So werden Merkmale verändert, die das gesamte Unternehmen betreffen und mehrere Gruppen von Personen einbeziehen [VEITINGER 1997, S.16].

In der Systementwicklung von Reorganisationsprozessen werden zwei Strategien unterschieden, die induktive und deduktive [KIRSCH ET AL. 1979] (siehe Abb. 2-4). Der induktive Ansatz ist auf die Modifikation bzw. Erweiterung des bestehenden Systems ausgerichtet. Überwiegend über Schwachstellen-Identifikationen werden Verbesserungen im Detail gefunden und umgesetzt. Hierbei steht nicht die optimale Gesamtlösung im Vordergrund, vielmehr soll über die Einzelaktionen ein Fortschritt erzielt werden [VEITINGER 1997, S.23], weshalb die Reorganisationsform als inkrementell definiert wird. Demgegenüber konzentriert sich die deduktive Strategie auf Ziele und Anforderungen der späteren Benutzer. Sie leitet die neuen operationalen Funktionen und Prozeduren logisch daraus ab und orientiert sich dabei stark an innovativen Ideen und Konzepten. Die Veränderung vollzieht sich in einem Schritt, indem versucht wird, das Problem ganzheitlich ohne Auflösung in Teilprobleme zu handhaben. Die Systementwicklung wird als holistisch bezeichnet [VEITINGER 1997, S.20]. Als Mischform von induktiv und deduktiv gelten hierarchische Strukturierungen. Hierbei wird der neue organisatorische Rahmen deduktiv hergeleitet. Die Bildung und Ergebniskontrolle der Teilpakete erfolgen ebenfalls nach deduktivem Muster, während die Erarbeitung der Detaillösungen und die Schließung konzeptioneller Lücken induktiv durchgeführt werden [VEITINGER 1997, S.26].

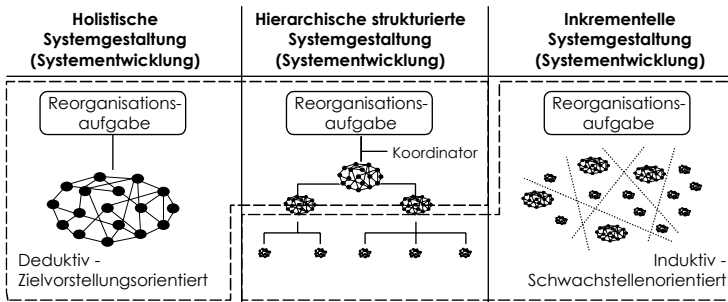


Abb. 2-4: Systematisierung der Reorganisationstypen nach [VEITINGER 1997]

Mit der dargestellten Differenzierung der Reorganisationstypen zeigt sich, dass die Forderung nach einer einmaligen und weitreichenden Veränderung eingeschränkt gesehen werden muss. So werden in der inkrementellen Systemgestaltung induktiv Verbesserungen erarbeitet, die permanent stattfinden und zudem auch im Kleinen umgesetzt werden. So nähert sich hier der Begriff der ‚Reorganisation‘ wieder der ‚Planung‘ an.

Deutlicher kann jedoch der Anlass von Planung und Reorganisation unterschieden werden. So gehen Planungen meist von der Geschäfts- bzw. Werksleitung eines Unternehmens aus. Die auslösenden Faktoren werden betriebsübergreifend gegliedert in produktbezogene Faktoren, wie beispielsweise eine Modifikation der Produktpalette oder Veränderungen im Absatzverhalten, sowie produktionsbezogene Faktoren. Hierzu zählen unter anderem die Beseitigung von bekannten Schwachstellen, der Ersatz veralteter Betriebsmittel oder Technologien sowie Änderungen bei Arbeitssicherheits- oder Umweltschutzauflagen [REFA 1990, S.91]. Demgegenüber ergeben sich Reorganisationen aus dem Marktdruck [VEITINGER 1997, S.16]. Hierbei wird im Vergleich gegenüber Mitbewerbern sowie durch Anforderungen des Markts erkannt, wo und in welchem Ausmaß Veränderungen in der Leistungserstellung erforderlich sind.

Eng verbunden mit dem Begriff ‚Reorganisation‘ steht der Begriff ‚Restrukturierung‘. Obwohl der Ursprung des Worts ‚Struktur‘ mehr die technischen Aspekte gegenüber ‚Organisation‘ in den Vordergrund stellt, werden beide Begriffe im Rahmen dieser Arbeit zusammen mit dem englischen Begriff ‚Reengineering‘ synonym verwendet.

2.1.3 Kennzahlen und Kennzahlensysteme

Das objektive Erkennen eines Reorganisationsbedarfs ist insbesondere über den Vergleich von Kennzahlen möglich, die quantifizierbare Sachverhalte für Information und Entscheidung in konzentrierter Form wiedergeben [KRAMER 1996]. Diese Eigenschaft macht sie gerade für den Einsatz bei komplexen Zusammenhängen geeignet, wie dies beispielsweise in der Logistik der Fall ist [VDI 1991, S.136]. Neben diesem speziellen Einsatzgebiet finden sie in naturwissenschaftlichen, technischen, sozialen oder wissenschaftlichen, also in praktisch allen Bereichen des täglichen Lebens, Anwendung [CORSTEN 1993].

Kennzahlen werden in der Literatur nach ihrer Berechnungsart in Verhältniszahlen und Absolutzahlen gegliedert (siehe Abb. 2-5). Bei der Berechnung der Verhältniszahlen können Elemente der selben Menge zueinander in Beziehung gestellt werden (Gliederungszahlen), wie beispielsweise Anteil von Lohnkosten zu den Gesamtkosten. Alternativ hierzu können Beziehungen aus Elementen unterschiedlicher Mengen gebildet werden (Beziehungszahlen), wie beispielsweise Umsatz je Mitarbeiter. Letztlich werden Verhältniszahlen über den Verlauf der Zeit fortgeschrieben (Indexzahlen), wie dies bei der Entwicklung des Marktanteils gemacht wird. In der älteren Literatur werden zu den Kennzahlen nur die relativen Zahlen gezählt [WISSENBACH 1967] [RADKE 1970] [ZVEI 1976]. In den neueren Schriften [REICHMANN 1990] [BOMM 1992] [BUSSIEK 1993] [SCHÜRRL 1996] [BOMM 1992] hingegen werden neben den Verhältnis- auch die Absolutzahlen als Kennzahlen betrachtet. Sie werden über Berechnungsarten wie Summen oder Differenzen [MALUCHE 1979] gebildet. Während in der Literatur noch eine offene Diskussion stattfindet [SIEGWART 1992], haben sich in der Praxis sowohl relative als auch absolute Kenngrößen etabliert [HABICHT 1999].

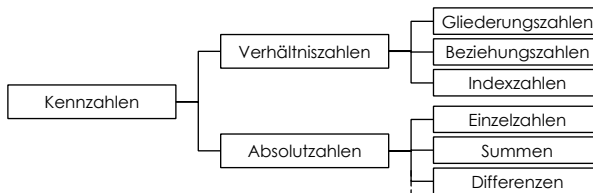


Abb. 2-5: Arten von Kennzahlen im formalen Aufbau [MALUCHE 1979, S.5]

Neben einer Gliederung gemäß der mathematischen Berechnung werden Kennzahlen auch nach dem Handlungsbedarf untergliedert in beschreibende und solche mit normativem Charakter. Normative Kennzahlen lösen Handlungsbedarf aus [REICHMANN 1990, S.8]. Deskriptive oder beschreibende Kennzahlen hingegen vermitteln eine Information. So löst die Information über die Anzahl der Beschäftigten keinen Handlungsbedarf aus, wohingegen ein hoher Krankenstand dies sehr wohl tun kann.

Einzelkennzahlen bieten jedoch keine ausreichende Grundlage zur Beschreibung eines Sachverhaltes. Es besteht sogar die Gefahr, Prozesse nur eindimensional zu beurteilen. Auch mehrere unabhängige Kennzahlen sind zu einer Beurteilung eines Gesamtzusammenhangs nicht in der Lage [FILZ 1989]

[REICHMANN 1990]. Deshalb werden Kennzahlen so zusammengestellt, dass sie in einer sinnvollen Beziehung zueinander stehen, sich gegenseitig ergänzen und erklären, sowie als Gesamtheit den Analysegegenstand möglichst ausgewogen und übersichtlich erfassen [GROLL 1991]. Die entstehende integrative Erfassung [HABICHT 1999, S.9] und unternehmensspezifische Ausrichtung wird als Kennzahlensystem bezeichnet [VDI 1991, S. 138].

Hinsichtlich ihrer Bildung lassen sich zwei Arten von Kennzahlensystemen unterscheiden (siehe Abb. 2-6). Rechentechnische Systeme, auch Rechensysteme genannt, beruhen auf der mathematischen Zerlegung von Kennzahlen. So wird aus einer übergeordneten Kennzahl über die mathematische Verknüpfung von zwei Unterkennzahlen gebildet. Das Ergebnis ist eine hierarchisch aufgebaute Kennzahlenpyramide [ZVEI 1976] [VEITINGER 1997, S.78].

Voraussetzung für den Aufbau eines Rechensystems ist, dass nur Kennzahlen verwendet werden können, die zueinander quantifizierbar sind. Da jedoch in der Praxis Kennzahlen zueinander in Relation gesetzt werden müssen, die nicht verrechenbar sind, beschränkt sich der Einsatz von Rechensystemen meist auf eine begrenzte Anzahl von Sachverhalten [LACHNIT 1976]. Zudem werden teilweise zahlreiche Hilfskennzahlen für die Bildung von algorithmischen Berechnungsketten benötigt, wodurch Systeme schnell zur Unübersichtlichkeit neigen [MÄRZ 1983].

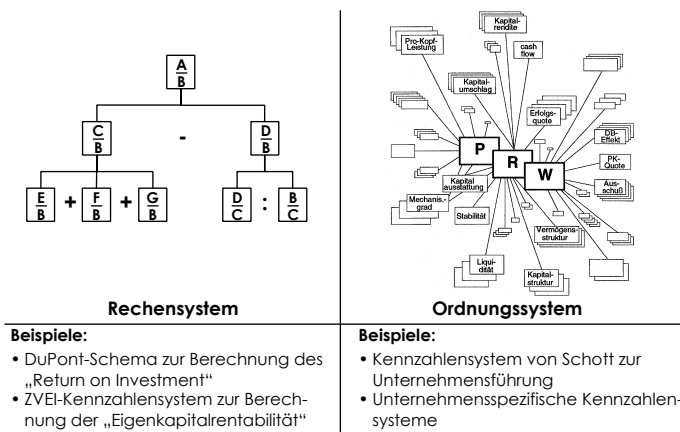


Abb. 2-6: Vergleich von Kennzahlensystemen mit Beispielen

In Ordnungssystemen erfolgt die Gliederung der Kennzahlen mittels Sachzusammenhängen empirisch-induktiv. Obwohl Ordnungssysteme systematisch geordnet sind, wird bewusst auf mathematische Verknüpfungen der einzelnen Elemente verzichtet, wodurch sich ein hohes Maß an Flexibilität und Freiheitsgraden ergibt [SIEGWART 1992]. Hierdurch lassen sich mehrere Oberziele formulieren, im Gegensatz zu den Kennzahlpyramiden mit einer Spitzenkennzahl. Da sich die Unternehmen, früher wie heute, in mehreren Disziplinen am Markt behaupten müssen, haben sich die Ordnungssysteme schon früh in der Praxis durchgesetzt [Hummel 1980].

Die offene Struktur der Ordnungssysteme birgt hingegen die Gefahr, dass eine Unzahl an Kennzahlen gebildet werden kann, wodurch der Aufwand für die Datengenerierung unverhältnismäßig steigt und die Auswertung eine unüberschaubare Datenflut verursacht. Deshalb muss bei Ordnungssystemen stets auf die zielorientierte Formulierung hinsichtlich der Unternehmensziele geachtet werden [SYSKA 1990].

2.1.4 Produktion und Logistik

Als Schwerpunkt dieser Arbeit wurden die Bereiche der Produktion und Logistik gewählt. Die Prozesse der Produktion gelten hierbei als wertschöpfend. Zur Steigerung des Werts werden aus materiellen und nicht-materiellen Einsatzgütern, den Produktionsfaktoren, Ausbringungsgüter erzeugt. Die Produktionsfaktoren werden weiter in Repetierfaktoren, die in das Produkt eingehen und in relativ kurzen Abständen beschafft werden müssen (Roh-, Hilfs-, und Betriebsstoffe), und Potentialfaktoren (Maschinen und Werkzeuge) unterschieden. Sie stehen dem Industriebetrieb über längere Zeit zur Verfügung und werden erst durch wiederholten Einsatz „verzehrt“ [HEINEN 1991, S.409].

Der industrielle Produktionsprozess gliedert sich in Teilprozesse. Für ihr Zusammenspiel werden organisatorische Einheiten gebildet. Solche Organisationseinheiten, in denen jeweils ein einzelner Abschnitt eines Produktionsprozesses ausgeführt wird, bezeichnet man als Arbeitssystem (Produktiveinheit) [GÜNTHER & TEMPELMEIER 1996] oder Arbeitsorganisation [REFA 1990, S.27] (siehe Abb. 2-7). Die Aufbauorganisation regelt hierbei die Aufteilung der Aufgaben eines Betriebs, einer Behörde oder eines anderen soziotechnischen Systems. Die Ablauforganisation regelt das räumliche und zeitliche Zusammenwirken im Wertschöpfungsprozess.

2 Eingrenzung des Themenschwerpunkts

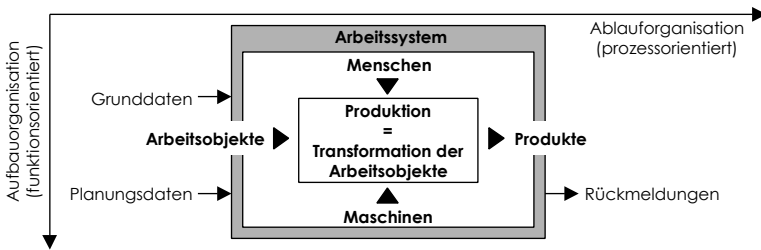


Abb. 2-7: Aufbau eines Arbeitssystems in Anlehnung an [GÜNTHER & TEMPELMEIER 1996]

Für die Realisierung der Wertschöpfung in einem Markt muss der Produktionsprozess den allgemeinen Anforderungen Zeit, Flexibilität, Qualität und Wirtschaftlichkeit genügen [GÜNTHER & TEMPELMEIER 1996]. In dieser Anforderung ist die Produktion eng mit der Problemstellung der Logistik verbunden. Sie verfolgt das Ziel, Güter in der richtigen Menge, Zusammensetzung und Qualität zum richtigen Zeitpunkt an die richtigen Bedarfsorte zu führen, und zwar mit minimalen Kosten und mit optimalem Lieferservice [VDI 1991, S.23]. Aufgrund der Querschnittsfunktion der Logistik sind die Aufgaben der Produktion und Logistik insbesondere im Bereich der innerbetrieblichen Logistik (Produktionslogistik) und teilweise auch in der Beschaffungslogistik untrennbar verbunden (siehe Abb. 2-8). So ist es die Aufgabe der Logistik, räumliche, zeitliche und mengenmäßige Differenzen zwischen Angebot und Nachfrage zu überbrücken [GÜNTHER & TEMPELMEIER 1996, S.237] [VEITINGER 1997, S.49].

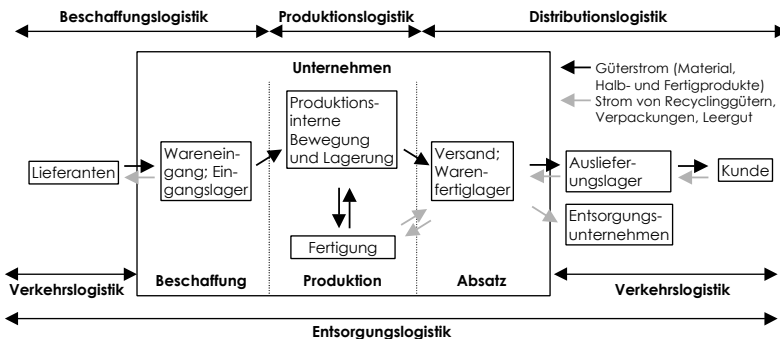


Abb. 2-8: Prozessmodell des Logistiksystems nach [VEITINGER 1997, S48]

Die Beschaffungslogistik erfüllt hierbei die Aufgabe, das Unternehmen möglichst kostengünstig mit betriebsfremden oder selbst erstellten Bedarfsgütern zu versorgen, welche es für die betriebliche Leistungserstellung benötigt. Nach der Übergabe in einen Bereitstellungspuffer, beispielsweise in das Rohmateriallager, plant, steuert und überwacht die Produktionslogistik den Materialfluss über die verschiedenen Stufen des Produktionsprozesses bis zum Bereitstellungspuffer für versandfertige Produkte. Die Distributionslogistik verbindet die Absatzseite des Unternehmens mit dem Kunden. Ihr Aufgabengebiet umfasst die Planung, Steuerung und Überwachung des physikalischen Materialflusses und des damit verbundenen Informationsflusses zwischen Produktions- bzw. Handelsunternehmen und den Kunden. Die verkehrstechnische Umsetzung des tatsächlichen Transports hingegen ist Aufgabengebiet der Verkehrslogistik. Sie erarbeitet technische und organisatorische Lösungen zur Führung einer wirtschaftlichen Transportkette der Produkte. Die Entsorgung bzw. das Recycling der Abfallstoffe hingegen erfüllt die Entsorgungslogistik. Ein Bereich, der wegen der knappen Ressourcen und dem notwendigen Umweltschutz schon seit mehreren Jahren zunehmend an Bedeutung erlangt [VDI 1991, S.24-29].

2.2 Einordnung der Arbeit

Mit dem vorliegenden Ansatz wird die Prozessoptimierung in den Unternehmensbereichen Produktion und Logistik angestrebt. So wurde bei der Entwicklung der Systematik insbesondere die Schnittstelle beider Bereiche fokussiert. Deshalb wird im Rahmen dieser Arbeit unter dem Begriff Logistik schwerpunktmäßig die Produktionslogistik sowie die angrenzenden Disziplinen der Beschaffungs- und Distributionslogistik verstanden.

Grundsätzlich gilt die Systematik als offen, wodurch sie auch in anderen Bereichen, wie beispielsweise der Verkehrslogistik, zum Einsatz kommen könnte. Als Minimalvoraussetzung werden aber quantifizierbare Prozesse gefordert, weshalb von der Optimierung administrativer Geschäftsprozesse mit diesem Ansatz abgesehen wird. Hier liegt eine klare Abgrenzung zu den allgemeinen Systematiken der Geschäftsprozessoptimierung.

Aufgrund des Initiierungskriteriums wird der vorliegende Ansatz der Reorganisation zugeordnet. Planungen gehen von einer klar formulierbaren Aufgabenstellung aus, die sich meist durch Veränderungen von produkt- oder produk-

tionsbezogenen Faktoren automatisch ergibt. Bei einer Reorganisation muss die Initiierung selbst gefunden werden. Als Hilfsmittel dienen bei quantifizierbaren Sachverhalten Kennzahlen und Kennzahlensysteme. Aufgrund der mehrdimensionalen Problemstellungen, die im Themenbereich der Produktion und Logistik praktisch grundsätzlich anzutreffen sind, kommen primär Ordnungssysteme zum Einsatz. Sie sind zwar nicht so strukturiert und überschaubar wie Rechensysteme, können aber jede quantifizierbare Kennzahl aufnehmen [BOMM 1992]. Darüber hinaus sind sie in der Lage, komplexe Sachverhalte systematisch und vollständig zu erfassen [SYSKA 1990]. Somit können auch alle Kennzahlarten, also relative und absolute sowie normative und informelle, zugelassen werden. Trotz dieser Gemeinsamkeiten der Kennzahlensysteme für Produktion- und Logistikprozesse wird der Inhalt und Aufbau als unternehmensspezifisch angesehen.

Von der Forderung einer umfassend, tiefgreifenden Veränderung bei Reorganisationen wird indessen Abstand genommen. So werden Verbesserungen je nach Reorganisationsbedarf sowohl inkrementell für einzelne Prozesse als auch hierarchisch für umfassende Geschäftsfelder angestrebt. Auch wird die Definition der Reorganisation als Anpassung in größeren Zeitabständen als nicht mehr zeitgemäß empfunden. Wo bisher gelegentliche Weichenstellungen noch ausreichend waren, sind heute und in der Zukunft Veränderungen in immer kürzeren Zeitintervallen notwendig [REINHART & HOFFMANN 2000, Vorwort]. Vielmehr soll mit vorliegender Arbeit ein Beitrag dazu geleistet werden, die Reorganisation permanent in den Unternehmen zu institutionalisieren.

3 Stand der Forschung und Technik

Der Ansatz des „Denkens in Prozessen“ hat auch die Produktions- und Logistikstrukturen maßgeblich verändert. Deshalb wird in Kapitel 3.1 der Prozess als Organisationsprinzip vorgestellt. Beginnend mit einer historischen Einordnung der Ursprünge werden im folgenden ausgewählte moderne Organisationsprinzipien und ihre wesentlichen Vorteile aufgezeigt.

Als die zwei wesentlichen Gründe, die für den hohen Reorganisationsbedarf von Produktions- und Logistikprozessen sprechen, werden zum einen Versäumnisse bei der Definition von Abläufen gesehen, was im Kapitel 3.2 aufgezeigt wird. Zum anderen unterliegen alle Unternehmensprozesse dem ständigen Wandel, weshalb sich vielfältige Ansätze zur Anpassung von Prozessen entwickelt haben, die in Kapitel 3.3 miteinander verglichen werden.

Mit dem Vergleich und der Bewertung dieser allgemeinen Ansätze zur Optimierung von Geschäftsprozessen wird deutlich, dass sie zwar ein methodisches Vorgehen bieten, dabei jedoch kaum quantifizierende Planungswerkzeuge eingesetzt werden. Insbesondere zur Beurteilung des zukünftigen Sollzustands werden existierende Systeme nicht konsequent eingesetzt.

Deshalb wird in Kapitel 3.4 der Stand der Simulationstechnik aufgezeigt. Durch ihren Einsatz, insbesondere der Ablaufsimulation, können bestehende Ist-Prozesse und auch fiktive Soll-Prozesse analysiert und quantitativ bewertet werden, wodurch die Entscheidungsfindung in der Reorganisation maßgeblich verbessert wird.

Im abschließenden Kapitel 3.5 werden die erkannten Defizite noch einmal zusammengefasst und der Handlungsbedarf abgeleitet.

3.1 Der Prozess als Organisationsprinzip

Für den Erhalt ihrer Wettbewerbsfähigkeit sind Unternehmen heute mehr denn je gezwungen, ihre Effizienz und Produktivität zu steigern [WIK 1999, S.11]. Obgleich diese Anforderung gerade in den letzten Jahren zunehmende Bedeutung erlangt hat, galt sie dem gesamten Prozess der industriellen Entwicklung.

3.1.1 Die Geschichte der industriellen Arbeit

Erstmals beschrieb Adam Smith (1723-1790), ein britischer Ökonom, am Beispiel der Stecknadelfertigung die Vorteile der Arbeitsteilung infolge spezialisierter Arbeitsplätze und des damit verbundenen Übungserfolgs [WARNECKE 1993, S.60]. Im deutschen Sprachgebrauch führte Johann Beckmann 1790, der in Göttingen Ökonomie lehrte, den Begriff ‚Technologie‘ für eine zusammenfassende Beschreibung des Wissens der Herstellverfahren in den verschiedenen Gewerben, den ‚nützlichen Künsten‘, ein. Auslöser waren in dieser Zeit (1750-1850) viele technische Innovationen, die den Übergang von reiner Handarbeit zur Maschinenproduktion ermöglichten. Insbesondere der Einsatz der Dampfmaschine als wirtschaftlich arbeitende Kraftmaschine kennzeichnete den ersten Strukturwandel des herstellenden bzw. verarbeitenden Gewerbes. Gleichzeitig ist damit auch der Beginn der Industrialisierung datiert, die erste industrielle Revolution [REFA 1990, S.12].

Im Verlauf des 19. Jahrhunderts begann eine der entscheidenden Entwicklungen für die Produktionstechnik bis zur Gegenwart: die Dezentralisierung der Antriebsenergie durch die Erfindung von Verbrennungskraftmaschinen (Patentanmeldung durch Rudolf Diesel am 27. Februar 1892) sowie des Dynamos und des Elektromotors. Dadurch wurde es möglich, die Produktivität der Arbeitskraft über Kraftmaschinen an jedem Arbeitsplatz zu vervielfachen. Die explosionsartige Mechanisierungswelle wird als zweite industrielle Revolution bezeichnet [WARNECKE 1993, S.29].

Der Ingenieur Frederick W. Taylor (1856-1915) befasste sich mit der Effizienz der menschlichen Arbeitsleistung im mechanisierten Betrieb. Die Kernidee seines Ansatzes war, Produktivitätssteigerungen durch ein effizientes System der organisatorischen Arbeitsteilung und der Arbeitsausführung ohne Steigerung der Belastung der Arbeiter zu ermöglichen. Als wesentlicher Grundsatz des Taylorismus gliederte er den Arbeitsprozess in kleinste Arbeitsschritte (horizontale Spezialisierung) und trennte Kopf- und Handarbeit (vertikale Spezialisierung) [OSTERLOH & FROST 1998, S.22]. Umfangreiche Zeitstudien ermöglichten ihm einen effizienten Einsatz der menschlichen Arbeit sowie eine leistungsorientierte Entlohnung [PFEIFFER & WEISS 1994, S.31].

Die populärste Umsetzung des Taylorismus fand in den Fabriken von Henry Ford (1863 bis 1947) statt. In seinen Produktionsstätten in River Rouge und Highland Park wurde das berühmte T-Modell in einer weitgehend mechani-

sierten Massenproduktion nach dem Fließbandprinzip hergestellt. Das Ergebnis seiner Umstrukturierung war der sogenannte Fordismus, in dem die Arbeiter nicht mehr durch einen Vorgesetzten direkt kontrolliert wurden, sondern durch den repetitiven Fließbandtakt. Jeder Arbeiter hatte nur mehr ein oder zwei Handgriffe auszuführen. Zusammen mit einem kontinuierlichen Produktionsfluss durch eine rationelle Fließbandproduktion, die Standardisierung von Einzelteilen, die vertikale Integration der Herstellungskomponenten sowie der Massenproduktion zur Nutzung von Betriebsgrößenvorteilen führten zu einem klaren Wettbewerbsvorteil für Ford und zu einer raschen Verbreitung auf die industrielle Produktion in mehreren Branchen [OSTERLOH & FROST 1998, S.23] [REFA 1990, S.12].

Aufgrund von Steuerungsproblemen der Vielzahl an Einzeltätigkeiten gerade bei großen Organisationsformen entwickelte Sloan das Konzept der Profit Center. Durch die Standardisierung nicht mehr des kompletten Produkts, sondern nur noch einzelner Komponenten für die Produktion in den Profit Centern, konnten zudem individuelle Kundenwünsche durch genormte Teile ermöglicht werden [PFEIFFER & WEISS 1994, S.46].

Mit der Entwicklung des Mikroprozessors vollzieht sich schließlich eine Dezentralisierung der ‚Intelligenz‘, die eine zunehmende Automatisierung der Produktionsprozesse ermöglicht. Durch ihn können Entscheidungen auf programmierbare Automaten übertragen werden. Diese Innovation kennzeichnet die dritte industrielle Revolution, die wie die zweite auf deutschen Erfindungen beruht, aber sehr stark von den USA und Japan vorangetrieben wurde [WARNECKE 1993, S.32].

3.1.2 Die Entwicklung moderner Managementphilosophien

Die aufgezeigten industriellen Revolutionen, die meist durch technische Innovationen zur Dezentralisierung von Energie und Information ausgelöst wurden, führten zu stark funktional gegliederten Arbeitsstrukturen. Vorteile dieser Organisationsform liegen in der Konzentration von jeweiligem Know-how und kurzer Prozesszeit zum Erledigen eines Arbeitsgangs. Von Nachteil indessen sind Zeit- und Informationsverluste an jeder Schnittstelle [WARNECKE 1993, S.67]. Zudem wuchs die Unzufriedenheit mit den Arbeitsbedingungen, die in Anlehnung an einen Streik in Lordstown, Ohio, mit dem Begriff ‚Lordstown-Krankheit‘ bezeichnet wird [PFEIFFER & WEISS 1994, S.51].

Die Ursprünge der Prozessorientierung – Lean Management

Ausgangspunkt für die Verbreitung neuer Ansätze war wiederum die Automobilindustrie. Die populäre Studie des Massachusetts-Institut of Technology (MIT) [WOMACK ET AL. 1991] machte die klaren Defizite der damaligen westlichen Produktionsmethoden deutlich [WARNECKE 1993, S.16].

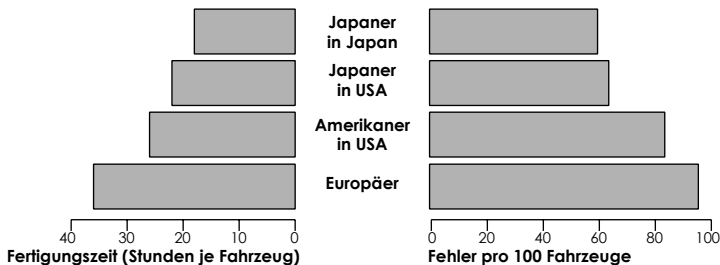


Abb. 3-1: Kennzahlen PKW-Montagewerke 1989 [WOMACK ET AL. 1991]

Die vorteilhaften japanischen Produktionsmethoden wurden in der Studie mit den Begriffen ‚Lean Management‘ und ‚schlanke Organisation‘ bezeichnet [SERVATIUS 1994, S.18] [PFEIFFER & WEISS 1994, S.6]. Ihre Ursprünge gehen zurück auf das Jahr 1950. Eiji Toyoda verbrachte ein Vierteljahr in der zur damaligen Zeit hochentwickelten Automobilindustrie in Detroit. Gemeinsam mit dem Produktionsleiter von Toyota, Taiichi Ohno erkannte er, dass das amerikanische Prinzip der Massenfertigung nicht auf Japan übertragbar sei. Ursachen hierfür wurden vor allem in der Gesellschaft gesehen, insbesondere der japanischen Bescheidenheit im Vergleich mit dem amerikanischen Gigantismus. Deshalb entwickelten die japanischen Unternehmen ein System, das auf dem Konsens zwischen den Arbeitern, den Lieferanten, den Händlern und im übertragenen Sinne auch dem Kunden beruhte: Die Strategie vom ‚Unternehmen als Familie‘ [BÖSENBERG & METZEN 1993, S.29].

Neben dieser humanorientierten Strategie vereint das heutige Lean Management fünf weitere wichtige Grundstrategien [BÖSENBERG & METZEN 1993, S.135] (siehe Abb. 3-2). Mit der systematischen Prozessorientierung und der Bildung von sowohl internen als auch externen Kunden- und Lieferantenbeziehungen wird eine persönliche Qualitätsverantwortung im Gesamtprozess geschaffen. Zusammen mit dem umfassenden Qualitätsmanagement (TQM) bildet sie die Basis zur kontinuierlichen Verbesserung der betrieblichen Abläufe (KVP,

Kaizen) sowie zur dauerhaften internen und externen Bindung. Das Prinzip des Simultaneous Engineering (SE) steht für die integrierte und zeitlich parallele Produkt- und Prozessgestaltung, indem vormals sequentiell durchgeführte Abläufe in bereichsübergreifende Teams zusammengefasst werden [MURR 1999, S. 38] [DEBUSCHEWITZ 1998, S.36]. Ein proaktives Marketing verbunden mit einem strategische Kapitaleinsatz vervollständigt die sechs Grundprinzipien und unterstreicht den auf Leistung und Wachstum orientierten Charakter des Lean Management.



Abb. 3-2: *Lean Management* [BÖSENBERG & METZEN 1993, S. 135]

Methoden zur Prozessorientierung – Kaizen bis Business Reengineering

Gegenüber dem japanischen Verbessern in kleinen Schritten (Kaizen) wurden basierend auf den Ergebnissen der MIT-Studie zahlreiche Methoden für eine mehr oder weniger radikale Reorganisation von Unternehmensabläufen entwickelt [JANUSZ 1998, S.1]. Gemeinsam ist allen das Ziel, neue organisatorische Strukturen einzuführen, welche die Effizienz der Prozesse durch den Abbau von Organisationsbarrieren und die Schaffung einer globalen Sicht auf das Unternehmen steigern.

Der wohl bekannteste Ansatz aus den USA ist das Business Process Reengineering (BPR) von [HAMMER & CHAMPY 1993]. Sie gehen von einer radikalen Veränderung der Prozesse in einem Unternehmen aus, ohne die existierenden Strukturen zu betrachten. Ziel ist die Schaffung von durchgängigen Prozessketten ohne Schnittstellen vom Lieferanten bis zum Kunden, die sogenannte kundenorientierte Rundumbearbeitung [FRESE & VON WERDER

1994]. Während die ersten Literaturscheinungen zum Thema nur wenig Methodisches vermitteln, wurden bis heute zahlreiche Gestaltungsansätze entwickelt. So wird beispielsweise aufgezeigt, wie die funktionsübergreifenden Prozesse mit einer Arbeitsteilung über die Matrix-Organisation kombiniert werden können. Zudem wurden auch Ansätze in der informellen Vernetzung erarbeitet [OSTERLOH & FROST 1998, S.27ff].

In der europäischen Literatur wird der Ansatz des evolutionären Reengineering vorgestellt [SERVATIUS 1994]. Auch hier steht der Abbau von Organisationsbarrieren und die Schaffung einer ganzheitlichen Sicht auf die Prozesse im Mittelpunkt. Der Wandel vollzieht sich jedoch nicht revolutionär sondern evolutionär [JANUSZ 1998, S.2], indem das Unternehmen schrittweise in seinen Zielzustand überführt wird und die Einstellungsveränderungen mit einer Qualifizierungs-offensive für die Mitarbeiter behutsam verbunden wird [SERVATIUS 1994, S.11].

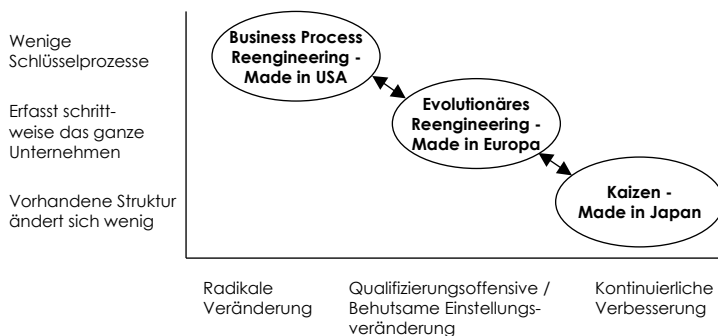


Abb. 3-3: *Evolutionäres Reengineering nach [SERVATIUS 1994, S.12]*

In der obigen Matrix könnten zwischen BPR und Kaizen sicherlich noch eine Vielzahl weiterer Ansätze dargestellt werden. Dennoch zeigen alle modernen Philosophien die Gemeinsamkeit, dass, im Gegensatz zu den Bestrebungen der industriellen Revolutionen, die Organisationssysteme primär wieder auf die Ablauforganisation ausgerichtet und die Aufbauorganisation als Folge definiert werden. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, den crossfunktionalen Gesamtprozess als Ganzes zu erfassen und die Organisationseinheiten des Unternehmens aus einer gesamtheitlichen Perspektive zu gestalten [GAITANIDES ET AL. 1994].

Auswirkung auf die Strukturen von Produktion und Logistik

Im Bereich der Produktion wird mit der Prozessorientierung häufig der Gedanke der Segmentierung verfolgt, die Markt- und Zielausrichtung, Produktorientierung sowie Kostenverantwortung anstrebt. Der Ansatz fordert die Verlagerung zusätzlicher Funktionen in die zu bildenden Einheiten. Zudem werden mehrere Stufen der Produkterstellung organisatorisch zusammengefasst [WARNECKE 1993, S.102]. Gegenüber den Segmenten oder Prozessbausteinen leisten die Fraktale als Steigerung einen ganzheitlichen Dienst, bilden sich temporär und müssen sich im internen und externen Wettbewerb behaupten. Der Ansatz erfordert von allen Beteiligten marktwirtschaftliches Denken und eignet sich gerade deshalb im turbulenten Unternehmensumfeld, da er ein marktnahes und reaktionsschnelles Agieren ermöglicht [WARNECKE 1993, S.165].

Auch in der aktuellen Diskussion über mögliche Optimierungsansätze spiegelt sich der Prozessgedanke wieder. Während die Ansätze der 90-er Jahre noch primär auf ein Unternehmen ausgerichtet sind, wird mit dem Begriff des ‚Supply Chain Management‘ (SCM) die Verzahnung sämtlicher Prozesse der Wertschöpfungskette über alle beteiligten Unternehmen hinweg fokussiert [SELLMER 2000].

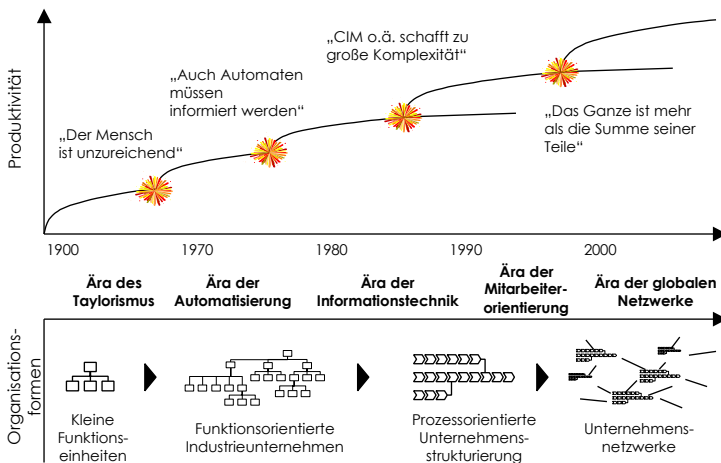


Abb. 3-4: Innovationsentwicklung der industriellen Produktion [IAO 2000] und deren Auswirkung auf die Unternehmensstrukturierung

3.1.3 Potentiale der Prozessoptimierung

Der Überblick über die historische Entwicklung der industriellen Arbeit zeigte eine fortschreitende Entwicklung der Arbeitsteilung. Die Ursache des auch teilweise bis heute anhaltenden Trends liegt in der Erschließung scheinbarer Kostenvorteile, wie dies bereits Adam Smith aufzeigte. Die Gliederung des Arbeitsprozesses in einzelne Teilschritte ermöglicht neben der Nutzung von Lerneffekten auch eine vereinfachte Automatisierung. Doch die Zeiten haben sich geändert. Während es in den achtziger Jahren noch ausreichte, in einer Zieldimension führend zu sein, müssen in den neunziger Jahren die Strategie, die Organisation, die Informationssysteme und die Unternehmenskultur auf eine ganzheitliche Verbesserung des magischen Vierecks Innovation, Zeit, Kosten und Qualität ausgerichtet sein [SERVATIUS 1994, S.20].

Gerade in den Dimensionen Zeit und Qualität bietet die Prozessorientierung klare Vorteile. Dass auch heute noch umfangreiche Potentiale in der Neuausrichtung und Konzentration der Prozessketten auf die wertschöpfenden Tätigkeiten liegen, bestätigen Untersuchungen aus der jüngsten Vergangenheit. So ergab beispielsweise die Analyse der Durchlaufzeit (siehe Abb. 3-5) bei einem Unternehmen mit 2500 Beschäftigten, das als Leiterplattenfertiger für die Computerindustrie tätig ist, einen Anteil an nicht wertschöpfenden Tätigkeiten von mehr als 90% [POHL 1998] (siehe auch [WIENDAHL 1989]).

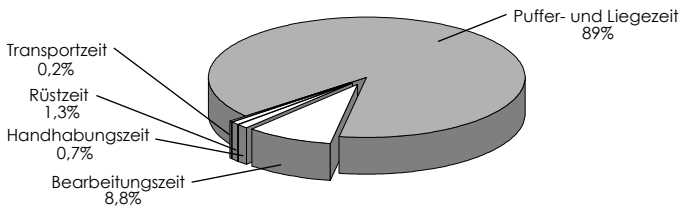


Abb. 3-5: Durchlaufzeit eines Leiterplattenherstellers [POHL 1998]

Mit der gezielten Reduktion der Prozessdurchlaufzeiten [SERVATIUS 1994, S.28] [WARNECKE 1993, S.67] wird eine Kette an Folgevorteilen ausgelöst. Prozessorientierten Unternehmen gelingt es mit der Schaffung von Leistungseinheiten mit mehr Arbeitsinhalten und weniger Schnittstellen massiv Bestände zu reduzieren. Zudem vereinfacht sich ihr Koordinationsaufwand, was sich im Zusammenspiel mit den umfassenderen Arbeitsaufgaben auch positiv auf die

Mitarbeitermotivation auswirkt. Sie spiegelt sich nicht zuletzt in einem gesteigerten Qualitätsbewusstsein wieder. Die verminderten Reaktionszeiten verhelfen weiter zu kürzeren und besser planbaren Lieferterminen, die viel sicherer eingehalten werden können.

Neben den genannten Vorteilen zeigt sich bei der Prozessorientierung auch ein klarer Kostenvorteil. Zwar führen Komplettbearbeitungen mit geringeren Spezialisierungsgraden verbunden mit kleineren Losgrößen zu längeren wertschöpfenden Prozesszeiten [WARNECKE 1993, S.67]. Dennoch können durch die Prozessorientierung nachweislich deutliche Kosteneinsparungen erzielt werden, die diesen Effekt mehr als kompensieren. Ihre Potentiale liegen aber meist in den intransparenten Gemeinkosten der weit verbreiteten Zuschlagskalkulation, weshalb die Prozessorientierung sich in den Unternehmen nur langsam verbreitet. Ihr Vorteil wird nur durch einen Übergang zur Prozesskostenrechnung offensichtlich, die die Gemeinkosten differenziert und verursachungsgerecht aufteilt. So können Kostentreiber identifiziert und gezielt aus der Wertschöpfungskette eliminiert [SERVATIUS 1994, S.30] und die Effizienz und der Ertrag nachhaltig gesteigert werden [NIPPA 1996, S.45].

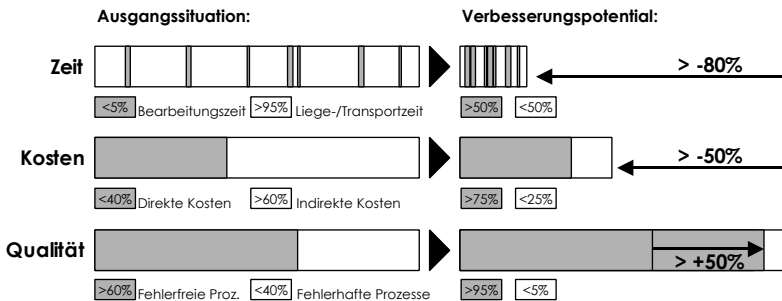


Abb. 3-6: Potentiale der Prozessorientierung [NIPPA 1996, S.45]

Obleich die aufgezeigten Vorteile durch zahlreiche Erfahrungsberichte aus der Praxis in den letzten 10 Jahren bestätigt wurden, hat sich bei der Definition von Prozessabfolgen in den produzierenden Unternehmen nur wenig geändert. Deshalb wird im nachfolgenden Kapitel auf die Arbeitsvorbereitung eingegangen, da hier mit der Festlegung der Arbeitspläne nach wie vor, quasi als Nebenprodukt, die späteren Produktentstehungsprozesse determiniert werden.

3.2 Vorgehen bei der Definition von Prozessabfolgen

3.2.1 Das Aufgabengebiet der Arbeitsplanung

Entsprechend der Definition des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung [AWF 1985] wird die Arbeitsvorbereitung in Arbeitsplanung und Arbeitssteuerung untergliedert. Im Rahmen dieser Arbeit wird die Tätigkeit der Arbeitsplanung näher analysiert. Sie stellt das Bindeglied zwischen der funktional, geometrisch orientierten Festlegung des Produkts durch die Konstruktion und seiner Realisierung durch die Fertigung und Montage dar [EVERSHEIM & SCHUH 1996, S.7-73]. Somit umfasst sie die einmal durchzuführenden Planungsmaßnahmen, welche unter ständiger Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit die fertigungsgerechte Herstellung eines Erzeugnisses sichern soll [AWF 1968] [MINOLLA 1975] [REFA 1973] [BEITZ & KÜTTNER 1990].

Das Aufgabengebiet der Arbeitsplanung wird weiter unterschieden in die Prozessplanung (Grobplanung) und die Verfahrens- und Operationsplanung. Im Rahmen der Prozessplanung werden für die Bearbeitungsaufgabe die notwendigen Bearbeitungsprozesse und deren Reihenfolge ermittelt. Bei der Operationsplanung werden die Bearbeitungsprozesse z.B. für die NC-Programmierung weiter detailliert [ROZENFELD 1988]. Die Planung ist zunächst auftrags- und terminneutral, da bei der Festlegung der Fertigungsverfahren und Betriebsmittel unter der Annahme einer zunächst unbegrenzt verfügbaren Kapazität das wirtschaftlich günstigste Verfahren gesucht wird [HAASIS 1993, S.5]. Das Ergebnis ist der Standardarbeitsplan, der neben Zeichnungen und Stücklisten zu den wichtigsten Unterlagen für Fertigung und Montage zählt. Er dient als Informationsträger für die schrittweise Durchführung eines Produktionsauftrags. Den einzelnen Arbeitsvorgängen sind die erforderlichen Fertigungsmittel und Vorgabezeiten zugewiesen [EVERSHEIM & SCHUH 1996]. Bei der Freigabe eines Auftrags für die Produktion werden neben diesen arbeitsvorgangabhängigen und sachabhängigen Angaben die allgemeinen Angaben um die auftrags-spezifischen Daten (Identifizierung, Stückzahl, Liefertermin) ergänzt [EVERSHEIM & SCHUH 1996, S.7-74].

3.2.2 Das Vorgehen bei der Arbeitsplanerstellung

Planungsmethoden

Für die Arbeitsplanerstellung lassen sich in Abhängigkeit von Planungsanlass und –prinzip unterschiedliche Planungsmethoden anwenden [EVERSHEIM & SCHUH 1996] [KOEPPER 1991].

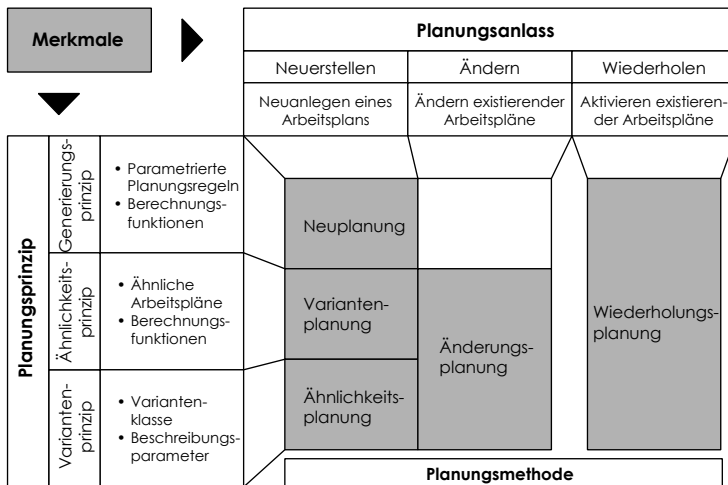


Abb. 3-7: Planungsmethoden zur Arbeitsplanerstellung [EVERSHEIM & SCHUH 1996, S.7-76]

Bei einer Wiederholungsplanung werden aus den existierenden Arbeitsplänen über eine klassifizierende Zeichnungsnummer der entsprechende Arbeitsplan herausgesucht und ergänzt, sowie die organisatorischen Auftragsdaten aktualisiert.

Im Rahmen der Änderungsplanung wird ebenfalls auf vorhandene Arbeitspläne zurückgegriffen, indem die organisatorischen Auftragsdaten ergänzt und Änderungen, wie beispielsweise bei den Auftragsvorgangsdaten, durchgeführt werden. Typisch sind Änderungen in der Teilegeometrie oder die Verwendung alternativer Herstelltechnologien.

Die Neuerstellung von Arbeitsplänen beginnt mit der Variantenplanung, bei der auf Standardarbeitspläne zurückgegriffen wird. Über die Anpassung von Parametern oder die Ergänzung von auftragspezifischen Daten entsteht ein neuer Arbeitsplan, der mit einer eigenen Identnummer abgelegt wird. Liegen keine Standardarbeitspläne vor, so wird über die Ähnlichkeitsplanung aus vorhandenen Arbeitsplänen ähnlicher Bauteile ein neuer Arbeitsplan generiert. Hilfestellung für einen schnellen Zugriff sind Klassifizierungssysteme wie beispielsweise der Opitz-Schlüssel [IWB 1996]. Nur bei der Einführung von neuen Produkten, bei der die Ähnlichkeitsplanung nicht mehr möglich ist, sind Neuplanungen erforderlich, die in der Regel den höchsten Planungsaufwand und Planungsunsicherheit verursachen [EVERSHEIM & SCHUH 1996].

Die Differenzierung der Planungsmethoden zeigt deutlich, welche Bedeutung den Standardarbeitsplänen beigemessen werden muss. Die Qualität dieser Vorlagen hinsichtlich ihrer Eignung für den Produktions- und Logistikprozess beeinflusst nicht nur die Herstellungskosten des im Arbeitsplan beschriebenen Produkts, sondern wird über die Planungsmethoden in eine Vielzahl anderer Arbeitspläne übernommen.

Vorgehen bei der Arbeitsplanerstellung

Etwa 70-80% der Tätigkeiten bei der Arbeitsplanung (siehe Abb. 3-8) entfallen auf die Arbeitsablaufplanung [KOEPPER 1991]. Zur Nutzung der dargestellten Planungsmethoden werden meist Standardarbeitspläne erstellt. Sie beinhalten für eine Werkstückgruppe alle Informationen und Berechnungsvorschriften in auftragsneutraler Form. Deshalb beginnt die Arbeitsablaufplanung meist mit einer Systematisierung des Teilespektrums und der Bildung von Teilefamilien.

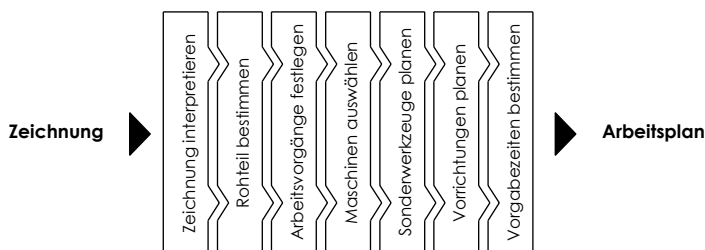


Abb. 3-8: Aufgaben der Arbeitsplanerstellung [KOEPPER 1991]

Als Eingangsdaten für die Planung der Bearbeitungsschritte dienen Zeichnungen und Stücklisten [BEITZ & KÜTTNER 1990], die vom Arbeitsplaner zunächst interpretiert werden. Anschließend wird ein geeignetes Rohteil und die Abfolge der Arbeitsschritte zur Erzeugung der Fertigteilgeometrie festgelegt. Die Arbeitsschritte werden in eine detailliertere Arbeitsfolge überführt. Sie beschreibt die Reihenfolge der Bearbeitungsschritte, durch die ein Körper oder Stoff über schrittweises Verändern der Form bzw. der Stoffeigenschaften vom Rohzustand in den Fertigzustand überführt wird [EVERSHEIM 1989]. Der Ermittlung der Arbeitsfolge kommt hierbei eine große Bedeutung zu, da Fertigungskosten und Fertigungsgenauigkeit hauptsächlich von den gewählten Bearbeitungsverfahren abhängig sind [EVERSHEIM & SCHUH 1996, S.7-77]. Deshalb wird im Rahmen der systematischen Arbeitsvorgangsfolgeermittlung vorgeschlagen, sämtliche mögliche Verfahren zur Erzeugung der Fertigteilgeometrie zu analysieren und zu erfassen. Anschließend ist es erforderlich, diejenigen auszuschließen, die den fertigungstechnischen Anforderungen im Hinblick auf die erreichbare Qualität nicht genügen. Unter Berücksichtigung der zulässigen Bearbeitungsverfahren können schließlich alle technologisch möglichen Arbeitsvorgangsfolgen ermittelt und die wirtschaftlich günstigsten ausgewählt werden [HAASIS 1993, S.103]. Auf Basis der ausgewählten Verfahren ist die Reihenfolge der Arbeitsvorgänge zu bestimmen. In der Regel ist der grobe Ablauf zwangsläufig vorgegeben, da zunächst die formgebenden Verfahren und abschließend Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eingesetzt werden. Stehen die Arbeitsabläufe fest, so werden im nächsten Arbeitsschritt den einzelnen Vorgängen die Fertigungsmittel zugeordnet. Sie umfassen die drei Kategorien Maschinen, Werkzeuge und Vorrichtungen, wobei mit der Auswahl einer Maschine meist auch die Festlegung der Werkzeuge und Vorrichtungen erfolgt.

Die Zuordnung Werkstücke und Maschinen erfolgt mit dem Ziel, die vorhandenen Produktionsmöglichkeiten des Unternehmens weitgehend optimal zu nutzen (siehe Abb. 3-9). Dazu ist es zweckmäßig, durch eine Analyse der Bearbeitungsaufgaben die Anforderungen an die Maschine zu definieren. Um eine eindeutige Zuordnung Werkstück-Maschine zu ermöglichen, müssen die Werkstück-, Auftrags- und Arbeitsvorgangsdaten sowie die Bearbeitungsmöglichkeiten sämtlicher in Frage kommender Maschinen gegenübergestellt und verglichen werden [HAASIS 1993, S.104]. In der Praxis werden häufig diese Informationen in Karteikarten vorgehalten, wie beispielsweise der AWF-Maschinenkartei [EVERSHEIM 1989].

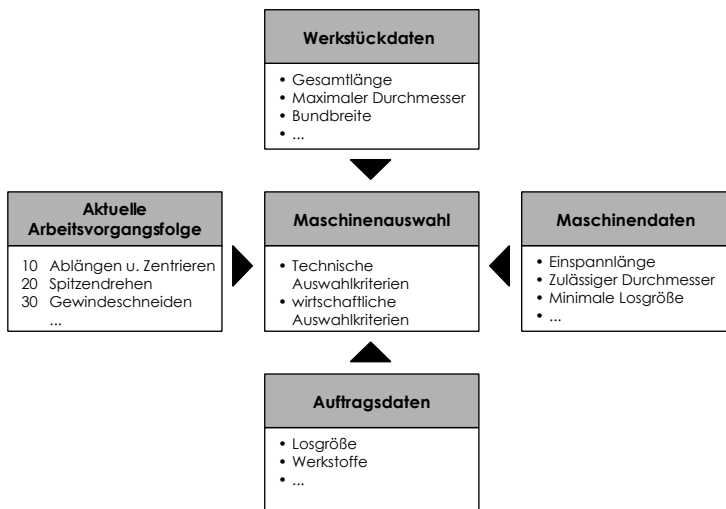


Abb. 3-9: Einflussgrößen bei der Maschinenauswahl [EVERSHEIM 1989]

Nach der Auswahl der Fertigungsmittel werden im Rahmen der Vorgabezeitbestimmung die zur Ausführung der Arbeitsvorgänge vorgegebenen Soll-Zeiten ermittelt. Die Bedeutung dieser Daten zeigt sich darin, dass auf ihrer Grundlage wesentliche Aufgaben und Entscheidungen durchgeführt werden [HAASIS 1993, S.105]. Im einzelnen sind dies beispielsweise Terminierungen, Kapazitätsplanungen, Kostenabrechnungen, Angebotskalkulationen, Investitionsplanungen oder Entlohnung wie bei Akkord- oder Prämienlohn.

Die Bestimmung der Vorgabezeiten kann über eine Schätzung, über die Zeitaufnahme beispielsweise nach REFA oder MTM sowie über die Berechnung mittels Formeln [OLFERT 1984] erfolgen. Die Vorgehensweise zur Ermittlung von Vorgabezeiten ist zum einen abhängig vom Zeitpunkt der Durchführung (vor oder nach dem Fertigungsbeginn) und zum anderen von der Art und der geforderten Genauigkeit der jeweils zu bestimmenden Zeiten.

Weitere Ausführungen zur Arbeitsplanerstellung geben [DANKL 1999] [LINNER 1993] [EVERSHEIM & SCHUH 1996] [EVERSHEIM 1989].

3.2.3 EDV-gestützte Arbeitsplanerstellung (CAP)

EDV-Werkzeuge zur Unterstützung der Arbeitsplanung werden als CAP-Systeme (Computer Aided Planning) bezeichnet. Seit der Verbreitung des CIM-Gedankens in den Unternehmen wurden eine Reihe von Systementwicklungen realisiert, deren Ziel es war, die Erzeugung von Arbeitsplänen zu vereinheitlichen, die Qualität der Planungsergebnisse zu verbessern und den notwendigen Zeitaufwand der Planung zu reduzieren [REMBOLD ET AL. 1990].

Die Verfahren der CAP-Systeme werden analog zur klassischen Arbeitsplanerstellung in Varianten- und Neuplanungsprinzip unterschieden. In Abhängigkeit von diesen Aufgabenstellungen haben sich im wesentlichen drei Automatisierungsstufen entwickelt:

- Batch- oder Stapelverarbeitung
- interaktive oder Dialogplanungen
- Expertensysteme

Die höchste Automatisierungsstufe stellt die Batch- oder Stapelverarbeitung dar, die etwa seit Anfang der 80er Jahre für die Arbeitsplanerstellungssysteme genutzt wird. Sie erfordert eine exakte und vollständige Werkstückbeschreibung. Unter der Voraussetzung einer eindeutigen Definition des Planungsablaufs sowie der Verfügbarkeit einer geschlossenen Planungslogik, erfolgt der Ablauf bis hin zum kompletten Arbeitsplan ohne Eingriff des Planers. Die Umsetzung komplexer Planungsprobleme erfordert jedoch einen gewaltigen Programmieraufwand, weshalb diese Systeme meist auf spezifische Produkte angepasst werden, wie beispielsweise bei der Zahnradherstellung. Mehr Flexibilität bieten interaktive oder Dialogplanungen als zweite Automatisierungsstufe. Hierbei wird auf die vollständige Algorithmierung des Planungsproblems verzichtet, um so die schwer beschreibbaren Planungsregeln der Fachkompetenz des Planers zu überlassen. Die dritte und zugleich anspruchsvollste Stufe von rechnerunterstützten Planungssystemen stellen Expertensysteme dar. Diese erweiterten Dialogsysteme beruhen auf der Erkenntnis, dass technische Planungsprozesse durch einen hohen Anteil an heuristischen Wissen und Erfahrungswissen gekennzeichnet sind. Expertensysteme sollen dieses Wissen im Rechner verwalten und dem unerfahrenen Benutzer durch Schlussfolgerungsmechanismen zugänglich machen [EVERSHEIM 1989] [HAASIS 1993, S.129]

Unabhängig von Grad der Automatisierung wird meist eine sequentielle Durchführung der Planung angestrebt mit einer weitgehenden Vermeidung von Iterationen. Deshalb folgen die CAP-Systeme nachfolgendem Ablaufschema, wodurch jeder Planungsschritt auf bereits generierte Informationen aufbaut. Die Automatisierung der Einzelschritte ist hierbei sehr unterschiedlich. Während die Vorgabezeiterrechnung meist einfach zu automatisieren ist, kann die Auftragsvorgangsfolgeermittlung meist nur interaktiv erfolgen, da das notwendige Erfahrungswissen nur bedingt durch Regeln formulierbar ist [EVERSHEIM & SCHUH 1996].

	Funktion des Systems	Erforderliche Planungsinformation
Durchführung einmal je Planungsaufgabe	Ausgangsteilbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstückdaten (Rohteil, Fertigteil) • Kriterium zur Ermittlung der notwendigen Aufmaße für das Rohteil • Lagerhaftiges Material
	Arbeitsvorgangsfolgebestimmung	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstückdaten • Auftretende Arbeitsvorgänge • Reihenfolge der Arbeitsvorgänge
Durchführung einmal je Arbeitsvorgang	Maschinenauswahl	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstückdaten • Technologische Daten der vorhandenen Maschinen • Einsatzkriterien der Maschinen
	Fertigungsmittelbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstückdaten • Technologische Daten der vorhandenen Einrichtungen und Werkzeuge • Einsatzkriterien der Fertigungshilfsmittel
	Vorgabezeitbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstückdaten • Angaben zum Fertigungsablauf • Planzeitweite und Berechnungsfunktionen in EDV-gerechter Form
	Arbeitsvorgangstextbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstückdaten • Fixe und variable Texte • Zuordnungsregeln zu den Arbeitsvorgängen

Abb. 3-10: Funktionen der rechnergestützten Arbeitsplanerstellung [EVERSHEIM & SCHUH 1996]

Neuerliche Entwicklungstendenzen konzentrieren sich auf den Datenfluss zwischen Konstruktion, Arbeitsplanung und Produktion. So besitzen CAP-Systeme heute in der Regel Schnittstellen zu CAD-, PPS- oder auch NC-Systemen. Neben den typischen Schnittstellen werden in firmenspezifischen Lösungen auch Datenübernahmen aus weiteren Systemen betrieben, wie beispielsweise aus BDE- oder MDE-Systemen. Während über die Schnittstellen zur Produktion meist alphanumerische Daten ausgetauscht werden, gestaltet sich die graphische Datenschnittstelle zu CAD-Systemen wesentlich komplexer.

Obwohl im Rahmen des Simultaneous Engineering durch den Einsatz von parametrischen 3D-CAD-Systemen schon deutliche Fortschritte erzielt wurden, zählt dieser Aufgabenkomplex noch zum Gegenstand der Forschung [EVERSHEIM & SCHUH 1996] [DEBUSCHEWITZ 1998, S.36].

Weiterführende Informationen zu CAP-Systemen geben [DANKL 1999] [EVERSHEIM & SCHUH 1996], [LINNEN 1993], [HAASIS 1993], [KOEPPER 1991].

3.2.4 Beurteilung der Arbeitsplanerstellung

Im Rahmen der Prozessplanung, als Teilaufgabe der Arbeitsplanung, erfolgt die Festlegung der Reihenfolge von Bearbeitungsprozessen. Hierbei wird in der Literatur der Bestimmung der Arbeitsfolge eine hohe wirtschaftliche Bedeutung eingeräumt, jedoch nur mit der Begründung der resultierenden Fertigungskosten und Fertigungsgenauigkeiten. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit werden erfahrungsgemäß die Prozess- und Logistikkosten pauschal den Produkten zugeordnet (Zuschlagskalkulation), obwohl sie teilweise einen wesentlich höheren Anteil als die Maschinenkosten besitzen. Gemeinkostenzuschläge von mehreren hundert Prozent sind keine Seltenheit!

Die Analyse des Vorgehens bei der Arbeitsplanerstellung macht sehr deutlich: der Begriff Wirtschaftlichkeit wird ausschließlich auf die eingesetzten Fertigungstechnologien bezogen. Auch bei dem Prinzip der systematischen Arbeitsvorgangsfolgeermittlung wird zwar die Generierung aller technologisch möglicher Arbeitsfolgen vorgeschlagen, die Auswahl des Prozesses wird aber rein auf die Bearbeitungskosten bezogen. In den eingesetzten AWF-Maschinenkartentypen werden die Betriebsmittel nach geometrischen und technologischen Gesichtspunkten klassifiziert, wie beispielsweise Arbeitsraum der Maschine, Werkzeuge, Zubehör etc.. Angaben über logistische Aspekte oder wie ein Betriebsmittel in den Produktionsprozess mit einbezogen werden kann, fehlen jedoch. So wird nicht einmal die Position der Maschine im Layout dokumentiert. Angaben hierzu zählen in der Literatur nicht zu den Entscheidungsparametern bei der Maschinenauswahl (siehe Abb. 3-9).

Auch die Entwicklungsarbeiten von CAP-Systemen zeigen keine Tendenzen zu einer logistikgerechten Arbeitsplanerstellung, obwohl das Themengebiet bereits seit den 80-er Jahren bearbeitet wird. Das Vorgehen bei der rechnergestützten Arbeitsplanung (siehe Abb. 3-10) zeigt, dass in der Maschinenauswahl durch

EDV-gestützte Systeme ebenfalls nur technologische Entscheidungskriterien einbezogen werden. Neuerliche Entwicklungstendenzen widmen sich schwerpunktmäßig der datentechnischen Integration von CAD und CAP im Sinne des Simultaneous Engineering. So werden Entwicklungen betrieben, um aus der Geometrie des Bauteils möglichst automatisiert die Bearbeitungsverfahren und die NC-Programme abzuleiten.

Letztlich verursachen die aufgezeigten Planungsmethoden, die einen systematischen Rückgriff auf vorhandene Vorlagen empfehlen, dass unvorteilhafte Abläufe vervielfältigt und auch auf neue Produkte übertragen werden.

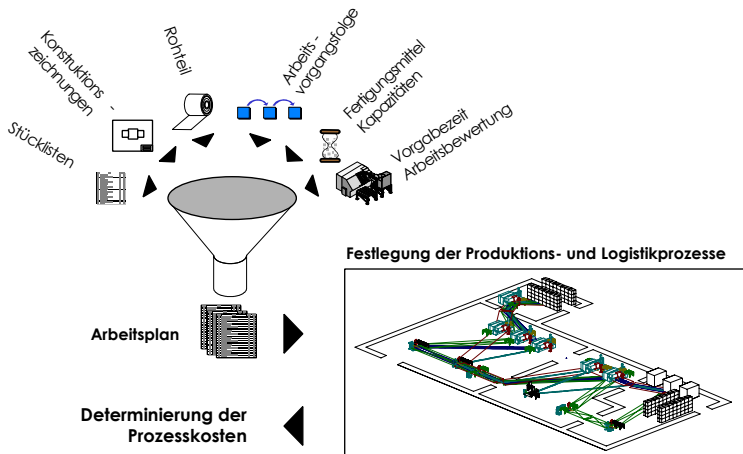


Abb. 3-11: Implizite Festlegung der Produktions- und Logistikprozesse bei der Arbeitsplanung

Zusammenfassend wird festgestellt, dass in den derzeit angewandten Methoden zur Arbeitsplanerstellung die resultierenden Produktions- und Logistikprozesse keine Berücksichtigung finden. Sie werden implizit festgelegt und vielfach kopiert. Deshalb werden bei Erhebungen von Produktions- und Logistikprozessen im Rahmen von Restrukturierungsmaßnahmen häufig lange, sich kreuzende Materialflüsse erkannt [LEHMANN 1996], insbesondere bei Klein- und Mittelserienherstellern mit weitgehend universellen Maschinen und Anlagen. Die Beseitigung der Ineffizienzen und der schlechten Transparenz wird dann meist über die physikalische Umsetzung von Maschinen und Arbeitsplätzen realisiert.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde diese Schwäche der heutigen Prozessdefinition in der Produktentstehung erkannt. Dennoch bildet die Entwicklung eines geänderten Vorgehens bei der Arbeitsplanerstellung hier keinen Schwerpunkt, es sei jedoch auf die Arbeit von [DANKL 1998] verwiesen. Vielmehr wird aufgezeigt, dass bei der Durchführung von Restrukturierungsmaßnahmen im Bereich der Produktion und Logistik diese Potentiale genutzt werden müssen.

3.3 Methoden zur Reorganisation von Prozessen

Neben der ungenügenden Berücksichtigung des Prozessgedankens bei der Definition von Produktentstehungsprozessen tragen die gestiegenen Anforderungen des Markts zu einer permanenten Veränderung des Unternehmensumfelds bei. Es lässt sich feststellen, dass die Forderung nach geringen Preisen zunehmend durch individuelle Anforderungen an das Produkt und die Lieferfähigkeit ersetzt wird. Das Ergebnis dieses Trends kann mit der steigenden Anzahl an Produktvarianten und den kürzer werdenden Produktlebenszyklen belegt werden [REINHART ET AL. 1999, S.56].

Ausgelöst durch das ‚Lean Management‘ [WOMACK ET AL. 1991] begannen Anfang der 90-er Jahre viele Unternehmen aufgrund der wirtschaftlichen Notwendigkeit, ihre Prozesse an die Veränderungen im Markt anzupassen und effizienter zu gestalten [HAMMER & CHAMPY 1994] [GAITANIDES ET AL. 1994] [NIPPA & PICOT 1996] [MURR 1999, S.11].

3.3.1 Ansätze zur Reorganisation von Prozessen

Sehr vielfältige Ansätze zum ‚Reengineering‘ von Prozessen lassen sich im Bereich der Geschäftsprozesse finden. Gemäß der allgemeinen Definition eines Geschäftsprozesses von [REINHART & GOLDSTEIN 1995] (siehe Kapitel 2.1.1) lassen sich diese Methoden und Werkzeuge auch auf Produktions- und Logistikprozesse übertragen. Reorganisationssystematiken, die sich nur auf Produktion und Logistik beziehen, gibt es indessen in der aktuellen Literatur nicht. Deshalb werden nachfolgend einige allgemeine Ansätze näher analysiert und hinsichtlich wichtiger Kriterien, insbesondere für die Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen, bewertet.

Die angewandten Systematiken können strukturiert werden nach Ansätzen aus der Forschung, den Unternehmensberatungen sowie nach den von den Unternehmen selbst entwickelten Konzepten [GOLDSTEIN 1999]. Dennoch muss Reengineering als Beratungsprodukt klassifiziert werden. Obgleich die ersten Ansätze und Projekte im Umfeld des MIT-Forschungsprogramms „Management in the 1990s“ entstanden sind, so ist das Reengineering weder wissenschaftlich noch theoretisch begründet und fundiert [NIPPA & PICOT 1996, S.66]. Deshalb werden im Rahmen dieser Arbeit schwerpunktmäßig die Ansätze der Unternehmensberatungen analysiert.

Davenport

Der Ansatz von [DAVENPORT 1990] gliedert sich in fünf Ablaufschritte, die sehr stark nach dem top-down-Prinzip geordnet sind. So werden in der ersten Phase die Prozesse mit ihren Schnittstellen erhoben. Hierbei wird unterschieden nach den Methoden ‚exhaustive approach‘, der Identifikation aller Geschäftsprozesse, und ‚high-impact approach‘, der Konzentration auf wenige Hauptprozesse. Als Kriterien für die Entscheidung, welche Methode eingesetzt wird, werden Aspekte wie strategische Bedeutung eines Prozesses für das Unternehmen, Zustand der Prozesse, Managementunterstützung und Machbarkeit genannt.

Im zweiten Schritt werden mögliche Ansatzpunkte für die Neugestaltung ermittelt. Hierbei werden technologische oder personelle Veränderungen untersucht. Letztlich erfolgt die Entscheidung für eine der möglichen Alternativen als Richtungsentscheid. In der folgenden dritten Phase werden daraufhin Visionen für die zukünftigen Prozesse entwickelt, die mit Hilfe von groben Zielen, Gestaltungsrichtungen oder Schwachstellen beschrieben werden.

Auf Grundlage der definierten Ziele erfolgt erst im vierten Schritt die Analyse der Ist-Situation. Durch die Dokumentation und Bewertung der Prozesse an den Zielen wird der bestehende Handlungsbedarf aufgezeigt und mögliche Restrukturierungen entwickelt. In der fünften Phase erfolgt die Auswahl des Sollkonzepts, indem die Alternativen mit den Zielen verglichen werden. Eine Aussage über die Art der Bewertung wird jedoch nicht gemacht. Letztlich erfolgt die Erstellung und Implementierung einer Ablauf- und Aufbauorganisation.

Hammer

Erst mit der Veröffentlichung des Bestsellers von Hammer und Champy „Business Reengineering“ im Jahre 1993 gelangte das Reengineering in den Blickpunkt der Öffentlichkeit [METZEN 1994] [GOLDSTEIN 1999, S.14]. Dennoch gab dieses Buch nur bedingt Auskunft über ein methodisches Vorgehen, das erst mit [HAMMER & STANTON 1995] publiziert wurde. Es gliedert sich in vier Ablaufschritte. Signifikant ist die Einbeziehung des Managements und der Belegschaft in allen Phasen. Über ein gebildetes Team werden die getroffenen Maßnahmen mit der Belegschaft abgestimmt sowie auch Anregungen aufgenommen.

In der ersten Phase werden alle Prozesse des Unternehmens identifiziert und jeweils ein Prozessverantwortlicher festgelegt. Die Abläufe werden in Form von Flow-Charts dokumentiert und klassifiziert. Hierbei wird unterschieden in ‚disfunktionale Prozesse‘, die schlecht oder falsch ablaufen, ‚wichtige Prozesse‘, die sich am stärksten auf den Kunden auswirken, und ‚Prozesse mit Erfolgchancen‘, bei denen der Aufwand für das Reengineering deutlich geringer als der Nutzen eingestuft wird. Im zweiten Schritt findet eine Analyse der Ist-Situation statt, die nicht detailliert betrieben wird, sondern nur dem Projektteam einen Überblick verschaffen soll. Detailliert hingegen werden Schwachstellen und Ziele für die Neugestaltung festgelegt, die mit Hilfe von Kundenanforderungen sowie mit dem Vergleich zu anderen Unternehmen erhoben werden.

In der dritten Phase werden die Prozesse von Grund auf neu gestaltet und teilweise mit Hilfe von Prototypen, quasi Simulation, auf ihre Wirksamkeit untersucht. Zudem wird die Unternehmensstruktur auf die neuen Prozesse angepasst. Die vierte Phase widmet sich der Umsetzung. Hierbei stehen Erfahrungen aus den Pilotphasen zur Verfügung. Zudem werden Anpassungen der Infrastruktur sowie die Institutionalisierung der Neuerungen durchgeführt.

Booz Allen & Hamilton (BA&H)

Das Restrukturierungskonzept von BA&H [BA&H 1993] [GERPOTT & WITTKEMPER 1996] umfasst 10 Schritte, deren Besonderheit in der Kombination von ‚Top-Down‘ und ‚Bottom-up‘ liegt. In der ersten Phase werden die eigenen Kernfähigkeiten und Erfolgsvisionen herausgearbeitet. Typische Indikatoren für

Kernprozesse sind Marktbedeutung, Imitierbarkeit durch Mitbewerber und Kundennutzen. Sie beschreiben auch die strategische Ausrichtung, die als Gestaltungsrichtlinie für die neuen Prozesse dient. In der zweiten Phase werden potentielle Verbesserungsfelder auf der Ebene des Gesamtunternehmens entwickelt. Dies geschieht losgelöst von organisatorischen Grenzen auf der Basis von Kundenmeinungen, Konkurrentenverhältnissen sowie betriebswirtschaftlichen Kennzahlen. In der dritten Phase erfolgt durch das Topmanagement die Definition von ehrgeizigen Verbesserungszielen noch bevor einzelne Geschäftsfelder näher betrachtet werden. Hiermit wird eine ‚produktive Unruhe‘ forciert, wie dies beispielsweise durch die Vorgabe bei BMW getan wurde, die Entwicklungszeiten für neue PKW-Modelle um 50% zu verringern [LAMPARTER 1994].

Erst in der vierten Phase werden im ‚Bottum-up‘ die Geschäftsfelder analysiert und die Prozesse hinsichtlich ihrer Kundenrelevanz und des zu erwartenden Verbesserungspotentials bewertet. Für die Restrukturierung werden aber nur wenige Prozesse ausgewählt, BA&H nennen als Richtwert nicht mehr als sechs Prozesse. Für diese werden in der fünften Phase detaillierte Ist-Profile erstellt und Ineffizienzen aufgezeigt. Basierend auf den Erhebungen werden in Verbindung mit den strategischen Zielen in Phase sechs Verbesserungspotentiale in den Hauptprozessen formuliert. Zusammen mit den betroffenen Mitarbeitern und Führungskräften werden in der siebten Phase Soll-Profile erarbeitet. Als Lösungsansätze werden beispielsweise Aufgabenwegfall, prozessorientierte Aufgabenkonsolidierung, Parallelisierung von Prozessschritten, Dezentralisierung, Nutzung von Informationstechnologien und Automatisierung genannt. In der achten Phase werden Prioritäten für die Teilschritte vergeben, indem organisatorische, personelle und kommunikative Maßnahmen definiert werden, die eine dauerhafte Verankerung der neuen Prozesse im Unternehmen gewährleisten sollen. Die Phase neun dient der Implementierung der neuen Prozesse durch die betroffenen Mitarbeiter und Führungskräfte unterstützt durch umfassende Kommunikationsprogramme. Letztlich wird in Phase zehn der Übergang zur kontinuierlichen Verbesserung eingeleitet, indem die Verantwortlichen mit einem PC-gestützten Kennzahlensystem ausgestattet werden und über den aktuellen Stand der Umsetzung fortlaufend informiert werden.

Arthur D. Little

Das Vorgehen von Arthur D. Little gilt ebenfalls als radikaler Ansatz. Ziel ist nicht die Umstrukturierung von bestehenden Prozessen, sondern die ganzheitliche Veränderung des Unternehmens durch eine Neukonzeption der Leistungsprozesse. Ergebnis dieser konsequent prozessorientierten Unternehmensgestaltung ist die „Hochleistungsorganisation“, die in der Lage ist, ihre Geschäftsstrategien schnell und flexibel auf die Kundenbedürfnisse, neue Technologien oder Änderungen des wirtschaftlichen Umfelds auszurichten [Bock 1996].

Das Vorgehen gliedert sich in drei große Phasen mit insgesamt 19 Teilschritten. In der ersten Hauptphase wird der Reengineeringbedarf ermittelt, indem zunächst Unternehmensziele und –visionen mit den Anteilseignern analysiert und festgelegt werden. Auf dieser Basis erfolgt die Identifikation der Leistungsprozesse und die Auswahl der kritischen Geschäftsprozesse. Über Benchmark und Orientierung am Best-Practise erfolgt die Formulierung von realistischen Zielen. In der zweiten Hauptphase erfolgt das Reengineering. Mit einer detaillierten Analyse wird der Ausgangszustand hinsichtlich Kosten, Zeit und Qualität beurteilt. Sie dient als Grundlage der sich anschließenden Neudefinition der zukünftigen Prozesse, die mit einem kompletten Neuaufbau der Unternehmensstruktur (Organisation) verbunden wird. Abschließend dient eine Kosten-Nutzen-Bewertung als Entscheidungsgrundlage für das Topmanagement. Die dritte Hauptphase steht für die Implementierung der neuen Prozesse. Ausgehend von einem Maßnahmenkatalog, der wichtige Schritte für die Initialisierung der neuen Prozesse enthält, erfolgt die Umsetzung durch das klassische Projektmanagement sowie Trainingsprogrammen. Letztlich erfolgt eine kontinuierliche Messung des Projektfortschritts und des Erfolgs.

Roland Berger & Partner

Der Ansatz von Roland Berger & Partner vertritt das europäische Reengineering. [SERVATIUS 1994], der eine Vielzahl an Projekten für dieses Beratungsunternehmen geleitet hat, stellt das evolutionäre Reengineering zwischen das revolutionäre Business Process Reengineering – Made in USA – und den an die typisch japanische Konsenskultur gebundenen Kaizen-Ansatz (siehe Abb. 3-3). Der hier betrachtete Ansatz ist jedoch nicht den Arbeiten von [SERVATIUS 1994] entnommen, sondern stützt sich auf [CRUX 1996].

Demnach gliedert sich der Ansatz in vier Phasen, die zeitlich durch ein ‚Cultural Change Programm‘ begleitet werden. Es zielt auf das Umdenken der Mitarbeiter ab, denen in verschiedenen Trainingsveranstaltungen die Grundprinzipien des ‚Lean Management‘ vermittelt werden. Am Beginn der ersten konzeptionellen Phase werden die Prozesse mit Restrukturierungsbedarf ermittelt. Ausgehend von den Schlüsselprozessen werden die Prozesse ausgewählt, die die Kundenzufriedenheit und den Unternehmenserfolg stark beeinflussen sowie offensichtliche Ineffizienzen aufweisen. Hilfestellung bieten Bestandsaufnahmen, Interviews sowie Benchmarks mit den relevanten Mitbewerbern. In Absprache mit dem Topmanagement werden die neu zu gestaltenden Prozesse ausgewählt.

In der zweiten Phase erfolgt die Ist-Analyse, in der Bearbeitungsdauer, eingesetzte Mitarbeiterkapazitäten, involvierte Organisationseinheiten, Material- und Informationsflüsse sowie vorhandene EDV-Unterstützungen charakterisiert werden. Zudem werden die bestehenden Problemfelder erfasst, wie beispielsweise Doppelarbeiten, aufwendige Abstimmungsprozeduren, Schnittstellenprobleme, unklare Verantwortlichkeiten oder eine zu lange Dauer einzelner Aktivitäten. Für die Beurteilung kommen selektive Kennzahlensysteme sowie Darstellung zur Wertschöpfung zum Einsatz. In der dritten Phase werden die Verbesserungsziele definiert, indem die Ergebnisse der Analyse dem Best-Practise gegenübergestellt werden. Die Phase des eigentlichen Redesigns untergliedert sich in fünf weitere Schritte, in denen Prozessalternativen entwickelt und mit Hilfe von Simulation miteinander verglichen werden. Die letzte Phase steht für die Implementierung, in der zunächst ein Umsetzungsplan erarbeitet wird. Der Umfang der Maßnahmen ist dabei entscheidend von der Verankerung der Ablauforganisation abhängig, die für die dauerhafte Verankerung der Prozesse notwendig sind. Letztlich werden Planungs- und Controllingssysteme sowie die EDV-Struktur auf die neuen Prozesse ausgerichtet. Einen Schwerpunkt bildet die Vorbereitung der Mitarbeiter auf die Veränderung. Über die Überprüfung der Mitarbeiterqualifikationen werden gezielte Schulungsprogramme durchgeführt. Der Abschluss des Reengineerings mündet unmittelbar in ein kontinuierliches Verbesserungsprogramm, durch dessen Hilfe das Unternehmen an zukünftige Umfeldveränderungen angepasst werden soll.

Boston Consulting Group (BCG)

Der Ansatz der Boston Consulting Group bietet keine feste, in Schritten gegliederte Vorgehensweise. Vielmehr wird mit einer Bestandsaufnahme analysiert, welche Voraussetzungen das betroffene Unternehmen bereits geschaffen hat, die für ein erfolgreiches Reengineering-Projekt erforderlich sind [HERP & BRAND 1996].

Daraufhin werden die wesentlichen Ziele des Projekts definiert. Kernpunkte sind hierbei das Schaffen von Kundennutzen, die Fokussierung der Prozesse, nicht Funktionen, sowie eine Ausrichtung über die Grenzen des Unternehmens hinaus. Für die Durchführung wird eine Reengineering-Organisation gebildet. Den Kern bildet ein Reengineering-Team, in dem die Teamleiter einzelner Prozessteams sowie die Unternehmensführung zusammengefasst sind. In dieser Struktur werden bestehende Abläufe analysiert, Ziele definiert, Soll-Prozesse erarbeitet und an Prototypen getestet. Diese Vorgehensweise mit vergleichsweise geringen Vorgaben bietet zwar die individuellste Ausrichtung, stellt aber auch die größte Herausforderung an die im Reengineering eingesetzten Personen.

3.3.2 Beurteilung der Ansätze

An dieser Stelle könnten mit Sicherheit noch eine Vielzahl von Ansätzen dargestellt werden. Dennoch zeigt sich bereits an den ausgewählten, dass zwar die Vorgehensweisen durchaus differieren, wesentliche Bausteine sich aber wiederholen. Deshalb werden nachfolgend die Ansätze anhand ihrer spezifischen Ausprägungen miteinander verglichen. Hierbei wurden Kriterien gewählt, die insbesondere für die Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen als wichtig erscheinen (Abb.3-12).

Demnach zeigt sich, dass die Ansätze in ihrer grundsätzlichen Wirkrichtung ‚Top-Down‘ organisiert sind. Die Programme werden meist vom Topmanagement initiiert und sind auf globale Zielrichtungen ausgelegt. Die Ansätze von Davenport und Boston Consulting Group bilden hierbei eine Ausnahme, da sie auch die Optimierung von nur Teilprozessen zulassen. Ebenfalls große Übereinstimmungen zeigen sich bei der Vorgabe von strategischen Unternehmenszielen, Klassifizierung von Prozessen sowie der Analyse der Ist-Situation.

		Davenport	Hammer	Booz Allen & Hamilton	Arthur D. Little	Roland Berger & Partner	Boston Consulting Group
Wichtige Kriterien für die Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen	Anzahl der Ablaufphasen	5	4	10	19	4	-
	Flexibler Einsatz für Reorganisation aller Prozesse sowie für Teilprozesse	■	▣	▣	▣	▣	■
	Vorgabe der strategischen Unternehmensziele	■	▣	■	■	▣	▣
	Klassifizierung der Prozesse vor dem Redesign	■	■	■	■	▣	▣
	Analyse der Ist-Situation	■	▣	■	■	■	■
	Einsatz von Kennzahlensystemen zur Analyse und Bewertung	□	□	■	□	■	▣
	Orientierung am Best-Practise	□	▣	□	■	■	□
	Werkzeuge zur Anpassung der Unternehmensstruktur	□	▣	□	▣	▣	□
	Hilfestellung / Methodik zur Realisierung	□	■	■	■	■	□
	Organisatorische Einbeziehung der Mitarbeiter in den Wandel	□	■	■	■	■	■
	Kontinuierliche Messung des Umsetzungserfolgs	□	□	■	■	■	□
	Einsatz der Simulation zur Analyse der Ist-Prozesse	□	□	□	□	□	□
	Einsatz der Simulation / Prototypen zur Beurteilung der Soll-Prozesse	□	▣	□	□	■	▣

Abb. 3-12: Bewertung der Vorgehensweisen aus Sicht der Prozessoptimierung in Produktion und Logistik

Deutliche Unterschiede zeigen sich hingegen bei der Verwendung von Kennzahlensystemen und Best-Practise. Zwar beschreiben alle Ansätze, dass Prozesse hinsichtlich ihres Restrukturierungsbedarfs beurteilt werden müssen, jedoch die Hilfsmittel zur Quantifizierung und Orientierung werden teilweise

nicht eingesetzt. Ihre Kombination wird nur bei Roland Berger & Partner vorgestellt. Auch bei der Erarbeitung von Soll-Prozessen werden in den Ansätzen nur bedingt konkrete Hilfsmittel aufgezeigt. Ebenso zeigt nur jeder zweite analysierte Ansatz eine systematische Nachbearbeitung der Reorganisation zur Erfolgskontrolle.

Explizit wurde auch die Nutzung von Simulationssystemen ausgewertet. So wird dieses Medium in keinem Ansatz zur Analyse der Ist-Situation genutzt, obwohl diese Werkzeuge zur Beurteilung von dynamischen Effekten besonders geeignet sind. Auch die neu entworfenen Prozesse werden nur bei Roland Berger & Partner in der Simulation auf ihre Wirksamkeit untersucht. In den Ansätzen von Hammer und Boston Consulting Group wird dies wenigstens durch Prototypen oder Praxistests verifiziert. Bei den verbleibenden Ansätzen erscheint es fraglich, wie beim Redesign entschieden werden kann, welche Prozessalternative Vorteile bietet. Letztlich erscheint es zweifelhaft, ob bei der Definition von neuen Prozessabfolgen die tatsächlich beste Lösung gefunden wird. In der Realisierungsphase der neuen Prozesse fällt weiter auf, dass bei der konventionellen Reorganisation keine Prognose für den Grad der möglichen Verbesserung getroffen werden kann. Meist wird von einer deutlichen Steigerung ausgegangen, ohne diese quantitativ vorab beziffern zu können.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die analysierten Ansätze trotz unterschiedlicher Vorgehensweise ähnliche oder gleiche Elemente verwenden. Die Schwäche dieser allgemeinen Ansätze liegt in dem reduzierten Einsatz quantifizierender Planungswerkzeuge. So kommen bei der Analyse und Bewertung der Ist-Situation nur teilweise Kennzahlensysteme und Vergleiche mit Best-Practise zum Einsatz. Auch die Erarbeitung der Soll-Prozesse erfolgt meist ohne einer quantifizierenden Beurteilung. Gerade hier werden die klaren Vorteile der Simulationstechnik offensichtlich, da durch ihren Einsatz fiktive Prozesse mit Hilfe von Kennzahlen beurteilt werden können. So ist nicht nur eine fundierte Entscheidung möglich, sondern es stehen für die Realisierung auch klare Zielwerte zur Verfügung.

Der Ansatz, der dieser Denkrichtung am nächsten kommt, ist das Reengineering-Programm von Roland Berger & Partner. Dennoch müssen diese Werkzeuge, insbesondere die Simulation, klarer in die Systematik integriert werden. Der noch zu geringe Verbreitungsgrad zeigt sich auch in der nachfolgenden Analyse von [ZELLER 1996, S.110].

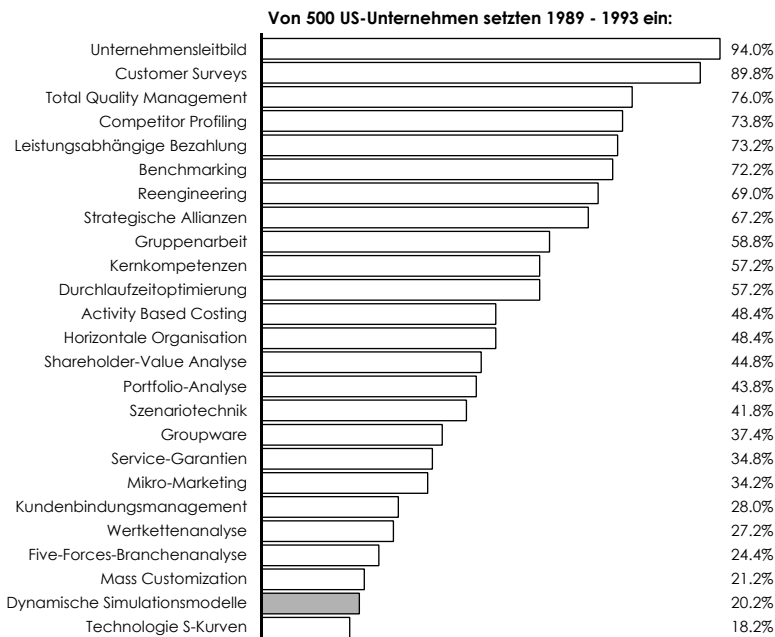


Abb. 3-13: Verbreitung von Managementtools [Zeller 1996]

3.3.3 Der Faktor Mensch in BPR-Projekten

Mit der Durchführung von Reengineering-Projekten wird in der Regel eine deutliche Verbesserung der betrieblichen Abläufe forciert, was oftmals als ‚Quantensprung‘ zitiert wird. Dennoch räumen selbst die geistigen Urheber des Reengineering ein:

„Our unscientific estimate is that as many as 50 percent to 70 percent of the organisation that take a reengineering effort do not achieve the dramatic results they intended“ [HAMMER & CHAMPY 1993, S.200]

Ähnliche Aussagen können auch in deutschen Erfahrungsberichten aufgezeigt werden, so beispielweise bei [MIESBACH 1999], der den Produktivitätszuwachs nicht dem Reengineering zuschreibt, sondern vielmehr technischen Innovationen, schweißtreibender Arbeit und neuem Nachdruck.

Demgegenüber stehen die emotionalen Erfolgsmeldungen des Reengineering, die von drastischen Effizienzsteigerungen, überdurchschnittlichen Verbesserungen und hochmotivierten Mitarbeitern berichten [SEECK 1999]. In Verbindung mit diesen positiven Erfahrungsberichten werden aber auch meist deutliche Hinweise auf Voraussetzungen und Widerstände gegeben, die es zu erfüllen bzw. zu überwinden gilt. Meist wird von Widerständen aus Belegschaftskreisen gesprochen, da bei vielen Vorgehensweisen die Methodik und die technische Realisierbarkeit in den Vordergrund gestellt wird, ohne zu erkennen, dass der Mensch den wichtigsten Erfolgsfaktor und das Zentrum der Veränderung bildet. Die nachfolgende Expertenfrage von [BREMER & SPIEWACK 1999] zeigt, dass in allen Hierarchieebenen mit Widerständen gegen den Wandel gerechnet werden muss.

Hierarchieebene	Veränderungshürden
Geschäftsführung	<ul style="list-style-type: none"> • Uneinigkeit • Kompetenzabgabe • Ängste (Kulturveränderung, Konsequenzen)
Mittlere Führungsebene	<ul style="list-style-type: none"> • Machtposition • Anforderungen • Ängste (Transparenz, Existenz, Lernangst)
Meister	<ul style="list-style-type: none"> • Erfolge der Vergangenheit • Veränderungen, erhöhte Anforderungen, Lernangst • Erweiterung des Arbeitsfeldes • ‚Aussitztechnik‘
Mitarbeiter	<ul style="list-style-type: none"> • Ängste (Arbeitsplatzangst, Lernangst) • Veränderung und erhöhte Anforderungen • Erfolge der Vergangenheit • ‚ruhige Kugel‘
Betriebsrat	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsplätze • Macht und Einfluss

Abb. 3-14: Blockaden bei der Restrukturierung [BREMER & SPIEWACK 1999]

Deshalb weisen die vorangestellten Ansätze auch durchweg einen Schwerpunkt in der organisatorischen Einbindung der beteiligten Personen auf (siehe Abb. 3-12). Durch permanente Kommunikations- und Schulungsprogramme wird versucht, die Mitarbeiter selbst zum aktiven Element der Veränderung zu machen, indem neue Möglichkeiten und Perspektiven im prozessorientierten Unternehmen aufgezeigt werden. Eine Anforderung, die auch für die Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen von hoher Bedeutung ist.

3.3.4 Das prozessorientierte Unternehmen

Die Endstufe eines konsequent und erfolgreich reengineerten Unternehmens ist die völlige Überführung der funktionalen Strukturen in Prozesse (siehe Abb. 3.4). Anders als bei klassischen Kostensenkungsprojekten betonen prozessorientierte Konzepte stets ihren Anspruch, simultan Zeit, Kosten und Qualität der Leistungsprozesse zu verbessern [PICOT & BÖHME 1996, S.249]. Durch die ständige Hinterfragung der Prozesse nach dem Kundennutzen werden sukzessive Tätigkeiten ohne Wertsteigerung oder ohne Aussicht auf zukünftige Erfolge aus den Abläufen eliminiert [DRUCKER 1999]. Die Führungskräfte sind in dieser Struktur Prozessverantwortliche, die ihr Team als Coach oder Moderator leiten. Die früheren Überwachungs- und Kontrollfunktionen werden durch dezentrale Verantwortlichkeiten ersetzt. Der Erfolg und auch Verdienst der Prozessbeteiligten wird an die Kenngrößen des Prozesses geknüpft, wodurch jeder Mitarbeiter selbst die Zielrichtung seines Handelns ableiten kann [HAMMER 1999].

Dennoch sind Reengineering-Projekte keine einmaligen Aktionen. Die ständige Dynamik der Unternehmensumfelder bedingen eine ständige Anpassung der Leistungsprozesse. Analog zum ‚Produktlebenszyklus‘ wird das Bild eines ‚Prozesslebenszyklusses‘ aufgebaut [HAMMER 1999]. Demnach gliedert sich das Phasenmodell in die Pionierphase, die Wachstumsphase, die Reifephase und die Wendephase [PÜMPIN 1992, S.1-19]. Deshalb werden die Reengineering-Methoden oftmals mit einer ständigen Verbesserung kombiniert, wie beispielsweise modernen Formen des Total Quality Management [SCHATTNEY 1998].

Wichtig erscheint an dieser Stelle aber die Erkenntnis, dass Restrukturierungsmaßnahmen nicht einmalig, sondern als permanenter Mechanismus in den Unternehmen installiert werden müssen. Hierzu bedarf es einem fortlaufenden Controlling der neu installierten Prozesse. Bei der Identifikation von Abweichungen in den Kennzahlen muss ein zielgerichtetes Instrumentarium eingeleitet werden, das sowohl Teilprozesse als auch gesamte Unternehmensbereiche an neue Anforderungen wieder anpasst. Nur durch den Aufbau einer Bereitschaft zum dauerhaften Wandel können die Chancen des turbulenten Umfelds im globalen Markt genutzt werden [REINHART & HOFFMANN 2000, Vorwort].

3.4 Das Werkzeug Simulationstechnik

Simulation, aus dem lateinischen ‚simulare‘, d.h. ‚nachbilden‘ oder ‚vortäuschen‘ entnommen, befasst sich in der Produktionstechnik weniger mit der Täuschung als vielmehr mit der Nachbildung komplexer Zusammenhänge in einem Modell [FELDMANN & REINHART 1999, S.13]. Gemäß der VDI-Richtlinie 3363 wird die Simulation definiert als Nachbildung eines dynamischen Prozesses in einem Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind [FELDMANN & REINHART 1999, S.13] [VDI-RICHTLINIE 3363] [REFA 1990, S.224].

3.4.1 Einsatzfelder und Verbreitung der Simulationstechnik

Die Simulationstechnik hat heute in sehr vielfältige Gebiete der Produktion Einzug erhalten [KUHN ET AL. 1997]. So reichen die derzeitigen Anwendungsgebiete von der Unternehmens-, Layout- und Materialflussplanung über die Planung von Arbeitsplätzen, Fertigungs- und Montagezellen bis zur Programmierung von Werkzeugmaschinen oder deren Auslegungsberechnungen.

Planungsebene	Planungsinhalt	Simulationsmodell
Fabrik	<ul style="list-style-type: none"> • Fertigungsprinzip • Logistik • Systemleistung • Einlaststrategien • PPS-Parameter 	Ablaufsimulation (grob) Wirtschaftlichkeitssimulation
Anlage	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagenlayout • Materialfluss / Logistik • Systemleistung • Fertigungsprinzip • Steuerungsstrategien • Entstörstrategien 	Ablaufsimulation (mittel)
Zelle	<ul style="list-style-type: none"> • Zellenlayout • Ablaufvorschriften • RC- / NC-Programmierung • Kollisionsvermeidung • Taktzeitoptimierung 	Ablaufsimulation (fein) Graphische 3D-Kinematiksimulation
Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsmittelbeanspruchung • Prozessparameter • Werkzeuge und Hilfsmittel • RC- / NC-Programme 	Finite-Elemente-Methode (FEM) Graphische 3D-Kinematiksimulation Mehrkörpersimulation (MKS)

Abb. 3-15: Modellierungsebenen für die Simulation bei produktionstechnischen Anwendungen [FELDMANN & REINHART 1999, S.15]

Entsprechend den Anwendungsfällen gelten die Ablaufsimulation, die graphische 3D-Simulation, die FEM-Simulation und die Mehrkörpersimulation als die am stärksten ausgeprägten Simulationstechnologien [FELDMANN & REINHART 1997, S.3]. Für die Darstellung und Optimierung von dynamischen Produktions- und Logistikprozessen dienen Ablaufsimulationssysteme, weshalb in der weiteren Ausführung hier der Schwerpunkt gelegt wird.

Die Bedeutung der Ablaufsimulation stieg in den letzten Jahren in dem Maße, in dem eine gute Logistik zum bestimmenden Wettbewerbsfaktor wurde [KUHN ET AL. 1997]. Gemäß einer Unternehmensumfrage von [FELDMANN & REINHART 1997] hat sich gerade dieses Simulationswerkzeug mit einer Verbreitung von 58% bereits am stärksten etabliert, typischerweise in Unternehmen mit mehrteiligen Erzeugnissen und komplexen Strukturen. Sie setzen die Ablaufsimulation häufig für die Planung von Anlagen ein, mit den primären Zielen der Auslegung, der Optimierung und des Nachweises der Funktion sowie der Risikominimierung. Auffällig wenig hingegen nutzen Unternehmen mit geringen Automatisierungsgrad die Ablaufsimulation, obgleich das Praxisbeispiel aus Kapitel 6 zeigen wird, dass auch hier der Nutzen als sehr hoch einzuschätzen ist.

Im internationalen Vergleich zeigt sich ein noch deutliches Gefälle zwischen USA und der Bundesrepublik Deutschland. Analysen des Frankfurter Stanford Research Institut (SRI) haben ergeben, dass in den USA doppelt soviel Kapital für die Simulation aufgewendet wird wie in Deutschland. Das höchste Wachstum des Markts und des Einsatzes wurde hingegen bei den fernöstlichen Wettbewerbern festgestellt [FELDMANN & REINHART 1999, S.3]. Aufgrund der allgemein guten Marktchancen, das Wachstum wird derzeit mit bis zu 25% pro Jahr geschätzt, haben sich heute kommerzielle Simulationspakete zur Planung von Produktionssystemen etabliert. Die meist graphisch orientierten Simulationssysteme bieten bei erweiterten Anwendungsmöglichkeiten eine benutzerfreundliche und komfortable Unterstützung bei der Modellierung. Es sind nahezu alle Geschäftsprozesse und unternehmenstypischen Prozessketten in beliebigen Abstraktionsgraden mit Hilfe von vorgegebenen oder selbstdefinierten Bausteinen abbildbar [RAUH 1998, S.6].

Einen umfassenden Überblick über verfügbare Simulationssoftware für Produktion und Logistik geben beispielsweise [NOCHE & WENZEL 1991] [SCHMID 1998].

3.4.2 Simulation von Produktions- und Logistikprozessen

Obgleich das Werkzeug der Ablaufsimulationstechnik, wie bereits dargestellt, derzeit in den Unternehmen meist primär für die Abbildung von technischen Systemen eingesetzt wird, wie beispielsweise Produktionsanlagen, Förder- oder Lagersysteme etc., belegen neuerliche Veröffentlichungen [KUDLICZA 2000] sowie eigene Erfahrungen, dass in Simulationsmodellen auch die kompletten Produktions- und Logistikprozesse hinterlegt werden können. Typische Anwendungsgebiete sind die Grobplanung des Layouts, der Logistik, des Fertigungsprinzips und die Festlegung der Systemleistung. Weitere Anwendungsfelder liegen in der Entwicklung von Steuerungssoftware, der PPS sowie der Optimierung von Steuerungsstrategien [FELDMANN & REINHART 1997]. Hierzu müssen neben den technischen Produktions- und Logistikelementen auch das Personal mit den Schicht- und Einsatzmodellen, Fahrzeuge, Informationssysteme sowie Steuerungsstrategien für die Produktion und Logistik hinterlegt werden.

Durch die Abbildung der vielschichtigen Zusammenhänge gelingt es, sowohl Interdependenzen der Einflussfaktoren als auch Konkurrenz der Einflüsse im Modell darzustellen, um zu Aussagen zu gelangen, die mit konventionellen Planungsmitteln nicht möglich sind. Herkömmliche Methoden, wie beispielsweise die Losgrößenformel oder die Bestimmung der optimalen Lagermenge, sind bei dynamischen Prozessen nicht anwendbar, da sie eine statische Betrachtungsweise voraussetzen. Statische Berechnungsverfahren lassen weiterhin nur die Variation eines einzigen Parameters zu und berücksichtigen daher keine Interdependenzen, wie sie besonders bei komplexen logistischen Systemen nicht zu vermeiden sind. Manche Einflussfaktoren müssen aufgrund des Berechnungsverfahrens ganz unberücksichtigt bleiben. Zusammenfassend lässt sich daher das Entstehen von Suboptima aufgrund der Anwendung von herkömmlichen Methoden nicht ausschließen [WILDEMANN & TEMMES 1999, S.35].

Deshalb erscheint der Einsatz der Simulationstechnik für die Abbildung der logistischen Prozesskette als besonders nutzbringend. Sie umfasst die Gesamtheit aller wertschöpfenden Aktivitäten sowie deren unterstützende Aktivitäten. Ihre Funktion besteht in der Planung, Steuerung und Überwachung des Material- und Informationsflusses. Zielrichtung dieser Aktivitäten ist primär die Planung solcher Systeme [KUDLICZA 2000], da die Behebung von Planungsfehlern in frühen Projektphasen noch relativ geringe Kosten verursacht. Zudem werden aber zu diesem Zeitpunkt bereits mehr als die Hälfte der späteren Herstellkosten des Produkts festgelegt [WILDEMANN & TEMMES 1999, S.35].

Wichtige Voraussetzungen für den Aufbau dieser wesentlich komplexeren und umfangreicheren Simulationsmodelle waren zum einen die Entwicklung einer leistungsfähigeren Hardware und zum anderen die anwenderfreundlichere Gestaltung der Software. Somit kann für die Zukunft prognostiziert werden, dass Simulationsmodelle noch umfangreicher und detailgenauer gestaltet werden können, ohne dass mit einer deutlichen Zunahme der Dauer für Modellaufbau und Simulationsläufe zu rechnen ist. Einschränkend ist jedoch hinzuzufügen, dass sich zumindest heute noch die Anwendung auf fallweise Studien beschränkt, da zumeist der Einsatz von Experten erforderlich ist [WILDEMANN & TEMMES 1999, S.35].

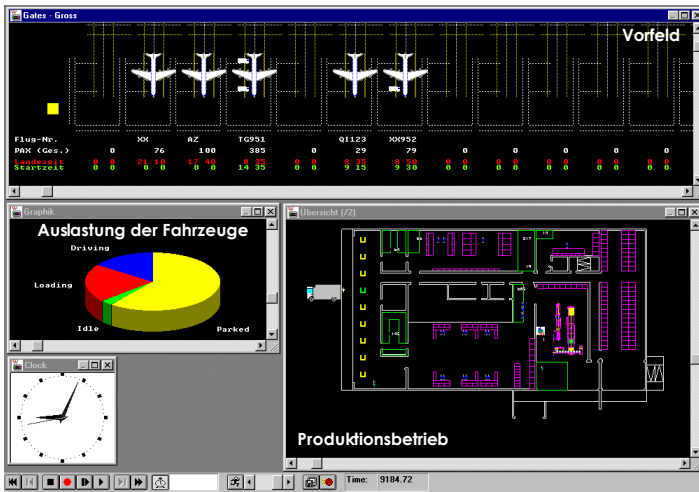


Abb. 3-16: Beispiel eines Simulationsmodells für Produktion und Logistik

Im dargestellten Beispiel wurden die Produktions- und Logistikprozesse eines Airline-Cateringsbetriebs in der Simulation abgebildet. Hierdurch kann der Gesamtprozess, beginnend mit der Entladung der Fluggeräte, über die Reinigung des Equipments, der Produktion und Bereitstellung bis zur Beladung neuer Flugereignisse, durchgängig analysiert und optimiert werden, worauf im Kapitel 5 noch detailliert eingegangen wird.

3.4.3 Beurteilung der Simulationstechnik

Einschätzung des Nutzens und Aufwands aus Sicht der Unternehmen

Der aufgezeigte Verbreitungsgrad der Simulationstechnik in den Unternehmen ist derzeit als noch gering einzuschätzen. Die Modellierung von komplexeren Zusammenhängen, in denen das Nutzpotalential am höchsten ist, erfordert Fach- und Spezialwissen. So sind für den erfolgreichen Einsatz der Simulation sowohl Prozesswissen als auch fundierte Kenntnisse im Software-Engineering und in der Statistik erforderlich [KUDLICZA 2000]. Zur Erfüllung dieser Voraussetzung werden häufig entsprechende Teams gebildet, die sich vollständig dieser Aufgabe widmen. Aufgrund der damit verbundenen Kosten werden Simulationsexperimente meist nur in den Planungsabteilungen großer Unternehmen eingesetzt [FELDMANN & REINHART 1999, S.221], und hier nur bei anstehenden großen Planungsprojekten. Als Vorreiter gilt die Automobilindustrie. So werden hier vielfach nicht nur Produktionsprozesse und Produkte, sondern ganze Produktionsstätten in der Simulation abgebildet [KUDLICZA 2000]. Dennoch ist auch hier der Einsatz auf einzelne Projekte beschränkt und die Simulation noch nicht permanent in den Unternehmensabläufen institutionalisiert.

In klein- und mittelständischen Unternehmen findet die Simulationstechnik hingegen einen noch reduzierteren Einsatz. Meist sind diese Unternehmen kaum in der Lage, die Optimierungsmöglichkeiten, die sich durch den individuellen Einsatz der Simulationstechnik bieten, richtig einzuschätzen oder gar selbst zu prüfen [FELDMANN & REINHART 1999, S.3].

Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München führte zusammen mit dem Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen eine Umfrage zum Thema Simulation in den deutschen Unternehmen durch [FELDMANN & REINHART 1997]. Demnach setzen heute nur 65% der ausgewerteten Unternehmen die Simulationstechnik ein. Als Gründe werden von Anwendern und Nicht-Anwendern unterschiedliche Einstiegshürden genannt.

3 Stand der Forschung und Technik

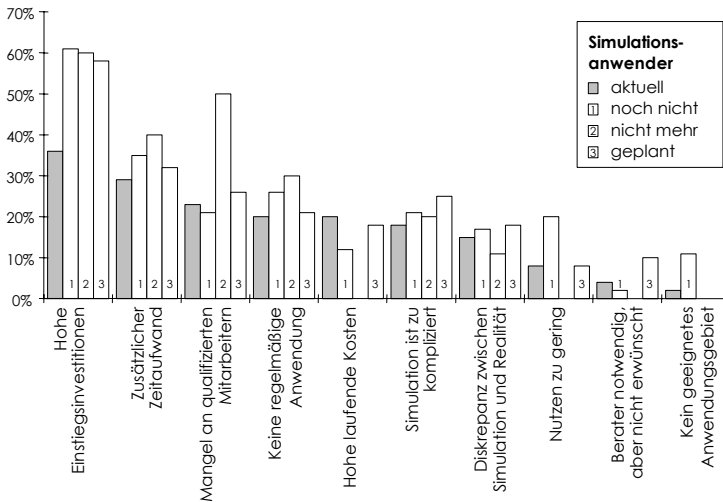


Abb. 3-17: Einstiegshürden für die Simulation [FELDMANN & REINHART 1997]

Auffällig bei dieser Auswertung ist, dass der Aufwand für den Einstieg in die Simulationstechnik von den aktuellen Anwendern deutlich geringer eingeschätzt wird als von den Nicht-Anwendern. Zudem bestätigen 60% der befragten Anwender, dass der Nutzen der Simulation in Relation zum Aufwand hoch ist. Ihre Hauptmotivation für den Einsatz sind zu 75% die Verbesserung der Projektergebnisse. So werden gerade in der Fabrikplanung der Simulation ein hohes Nutzpotalential bei der Ermittlung von kostengünstigeren Lösungen zugeschrieben. Durch die detailliertere Planung können sowohl Systemelemente als auch Steuerungselemente eingespart sowie die Arbeitsabläufe und deren Durchlaufzeiten und Bestände deutlich optimiert werden. Über ein besseres Verständnis der Zusammenhänge, insbesondere der dynamischen, können Engpässe vermieden und Risiken abgebaut werden. Letztlich ermöglicht die Simulation eine verbesserte Entscheidungsgrundlage und bietet eine umfangreiche Hilfestellung bei der Einführung [BRACHT & JANISCH 1991].

Neben den hohen Investitionen in Rechnerhardware und Software scheuen viele Unternehmen den Einsatz der Simulationstechnik aufgrund des zusätzlich hohen Personal- und Zeitaufwands für die Durchführung von Studien [FELDMANN & REINHART 1997, S.34]. Auch zeigt sich, dass die aktuellen Anwender den Aufwand geringer einschätzen als die Nicht-Anwender. Weiterführende Analysen der Aufwandsverteilung bei der Durchführung von Simula-

tionsprojekten machen deutlich, dass heute fast Dreiviertel des Aufwands für die Modellgenerierung investiert wird [FELDMANN & REINHART 1997].

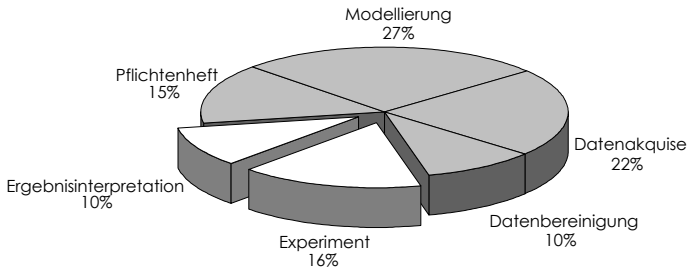


Abb. 3-18: Verteilung des Aufwands auf die Phasen eines Simulationsprojekts [FELDMANN & REINHART 1997]

Der in dieser Auswertung angegebene Aufwand für die Datenakquise und Datenbereinigung mit zusammen 22% werden in den Analysen von [BRACHT & JANISCH 1996] bestätigt. Sie geben für die Datenerfassung 25% an. Den Aufwand für die Modellgenerierung hingegen schätzen sie mit 32% noch aufwendiger ein. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass gerade die Daten- seite bei noch unerfahrenen Unternehmen deutlich unterschätzt wird. Während der Aufwand für die Modellerstellung durch den Einsatz von Expertenwissen oder Schulungsmaßnahmen meist kalkulierbar bleibt, kann die Erhebung von Daten, deren Prüfung auf Plausibilität und die Bereinigung von Fehlern nahezu eskalieren. Oftmals werden durch die Simulation Inkonsistenzen und Fehler in den Daten festgestellt, die in der täglichen Anwendung im Unternehmen nicht einmal aufgefallen sind.

Gerade in den Bereichen der Daten- und Modellgenerierung erfordern erfolgreiche Simulationsprojekte eine kompetente Durchführung. So muss mit viel Erfahrung, insbesondere bei den ersten Simulationen in einem Unternehmensbereich, ein geeigneter Detaillierungsgrad gefunden werden. Abhängig von der gewählten Zielsetzung müssen die relevanten Prozesse und Zusammenhänge erkannt und die erforderlichen Daten gemäß des gewählten Detaillierungsgrades erhoben werden. Hierin liegt ein entscheidender, vermutlich sogar der entscheidende, Faktor für den zeitlichen Aufwand und den Erfolg einer Simulationsstudie. Die Auswertungen von [FELDMANN & REINHART 1997] bestätigen dies in Hinblick auf den Erfolg von Ablaufsimulationsstudien.

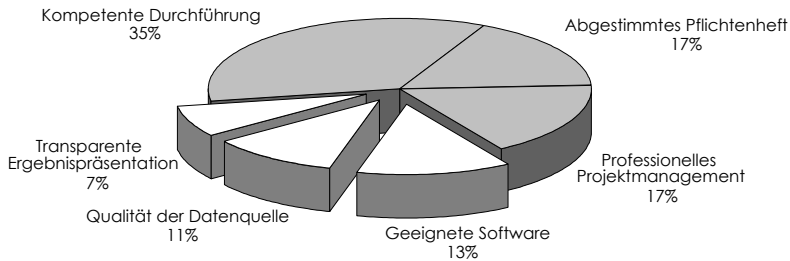


Abb. 3-19: *Entscheidende Faktoren für den Erfolg einer Ablaufsimulation*
[FELDMANN & REINHART 1997]

Wertung der Argumente

Der Aufwand-Nutzen-Vergleich von Simulationsstudien wird in den meisten Fällen mit einer Unterbewertung des Nutzens durchgeführt. Die Vorteile der Simulation steigen mit dem Grad der Komplexität der abgebildeten Prozesse. Doch gerade bei umfassenden Problemstellungen, wie dies bei der abteilungsübergreifenden Optimierung von Prozessen gegeben ist, wird die Simulation gegenwärtig nur wenig eingesetzt [FELDMANN & REINHART 1997, S.20]. Trotzdem wird von den Unternehmen bestätigt, dass die erfolgreichsten Projekte in der Zusammenarbeit von mehreren Abteilungen durchgeführt wurden. So verhindern die aufgezeigten Hemmschwellen für den Einsatz von Simulation, dass übergreifende Produktions- und Logistikprozesse flächendeckend simuliert werden, obgleich hier ein besonders hohes Potential nachweislich vorhanden ist.

Neben der Ausweitung des Nutzens führt aber auch die Minimierung des Aufwands zu einer deutlichen Verschiebung des Aufwand-Nutzen-Vergleichs zu Gunsten der Simulation [REINHART & SELKE 1999]. Hier greifen die Weiterentwicklungen der Simulationssysteme, deren Ansatzpunkte meist in der Datengenerierung und Modellierung liegen, die zusammen rund 60% der gesamten Simulationszeit in Anspruch nehmen [FELDMANN & REINHART 1997, S.22].

Bei der Datengenerierung bieten sich automatisierte Schnittstellen zu den Systemen an, aus denen die meisten Daten übernommen werden. Primär sind dies numerische Informationen aus PPS- und BDE-Systemen sowie graphische Informationen aus Layout- und CAD-Systemen [FELDMANN & REINHART 1997, S.24]. So wird auch von den Unternehmen gefordert, bidirektionale Schnittstellen zu diesen Systemen auf- und auszubauen.

Aus Sicht der Experten wird vielfach empfohlen, einen gemeinsamen Datenpool für alle Planungs- und Steuerungsaufgaben anzulegen. Nachfolgende Graphik zeigt, welche Werkzeuge über Schnittstellen an dieses Fabrik- oder Unternehmensmodell angebunden werden könnten.

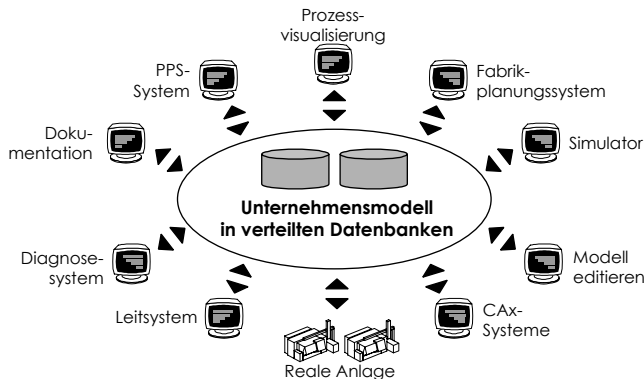


Abb. 3-20: Bereitstellung aller Daten in einem Unternehmensmodell [FELDMANN & REINHART 1997]

In Teilen ist diese Version bereits realisiert. Allerdings wurden bislang direkte Schnittstellen zwischen einzelnen Werkzeugen geschaffen. Beispielsweise existieren Schnittstellen von Layoutplanungssystemen und PPS-Systemen zu Simulationssystemen [FELDMANN & REINHART 1997, S.48], auf die nachfolgend noch eingegangen wird. Die Ausbildung eines Unternehmensmodells ist gegenwärtig noch Stand der Forschung.

Als wesentlicher Vorteil eines gemeinsamen Datenmodells werden neben einem standardisierten und schnellen Zugriff auch die fortlaufende Aktualität der abgelegten Informationen gesehen. Zudem werden erkannte Fehler oder Inkonsistenzen direkt im Unternehmensmodell berichtigt. Nach Abschluss einer Planungsphase stehen die Ergebnisse wieder automatisch im Unternehmensmodell für weitere Planungsaktivitäten zur Verfügung. Hierdurch wird auch die Voraussetzung geschaffen, die Simulation sowohl horizontal, d.h. entlang der Prozessketten, als auch vertikal, d.h. in den verschiedenen Abstraktionsebenen zu integrieren [FELDMANN & REINHART 1997, S.50].

Neben der datentechnischen Integration werden aus Sicht der Anwender auch Unterstützungen bei der Modellgenerierung gefordert. Referenzmodelle und Bausteinbibliotheken sowie die Möglichkeit zur automatischen Modellgenerierung oder selbstaktualisierenden bzw. selbstlernenden Modelle sind Lösungsansätze dazu [FELDMANN & REINHART 1997, S.51]. Dennoch muss an dieser Stelle eine klare Einschränkung dieser Bestrebungen angebracht werden. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Datenstrukturen und Datenverfügbarkeiten in den Unternehmen können die Ansätze einer automatischen oder teilautomatischen Modellgenerierung erst angegangen werden, wenn das beschriebene Thema der Datenschnittstellen eindeutig gelöst wird. Die Erreichung dieses Ziels ist aber stark von der Normung der betrieblichen Daten abhängig. Einen wesentlichen Beitrag leisten an dieser Stelle die DIN-ISO-Zertifizierung und die Einführung von gleichen oder ähnlichen PPS-Systemen, meist SAP. Hierdurch wird für die nahe Zukunft den Entwicklern eine Plattform geboten, Tätigkeiten im Bereich des Datenmanagements und des Modellaufbaus zu automatisieren.

Bis zum Erreichen dieses Standards, werden sich individuelle Lösungen, die auf die Datenstruktur und den Anwendungsfall in den Unternehmen zugeschnitten sind, stärker verbreiten und bereits jetzt einen hohen Standard an automatischer Datenübernahme, Datenprüfung und Modellaufbau erzielen. Deshalb werden nachfolgend drei Ansätze vorgestellt, die einen effizienteren Simulationseinsatz im Planungsprozess ermöglichen.

3.4.4 Neuerliche Ansätze zur Modellgenerierung

Integration der Simulation ins datentechnische Umfeld

Um das hohe Nutzpotalential, das dem Aufbau von Unternehmensmodellen zugeschrieben wird, bereits jetzt schon - zumindest teilweise - erschließen zu können, zeigen neuerliche Ansätze eine direkte Integration der Simulation in das informationstechnische Umfeld der Produktion. Gründe hierfür werden zum einen in der mangelnden Unterstützung des Anwenders bei der Modellierung von Informationsflüssen gesehen. Zudem werden für die Simulation eine Vielzahl an Information und Daten benötigt, wie sie häufig in den betrieblichen EDV-Systemen vorliegen [REINHART & SELKE 1999, S.257].

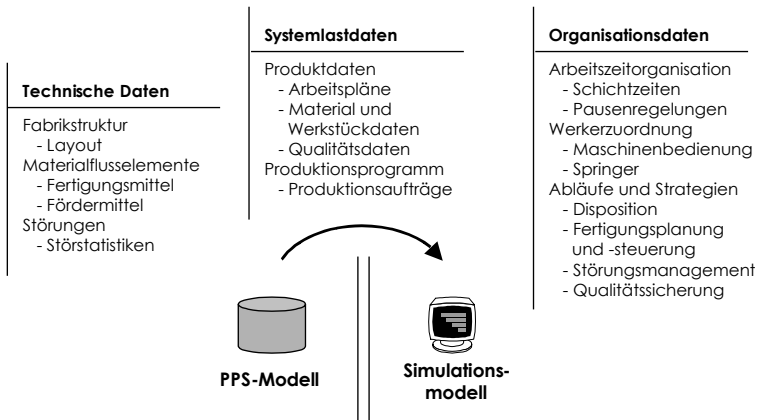


Abb. 3-21: Übermittlung von Daten in die Simulation [REINHART & SELKE 1999]

Neben der reinen Übernahme von Daten aus PPS-Systemen, den Systemlastdaten, wird im Ansatz von [REINHART & SELKE 1999] auch versucht, Steuerungsinformationen aus den PPS- und BDE-Systemen zu gewinnen, wie beispielsweise Auswahlstrategien, organisatorische Restriktionen oder logistische Steuerungen. Die Schwierigkeit bei der Verwendung dieser Daten liegt im Vergleich zu den PPS-Daten darin, dass Erfassungsdaten häufig nur implizit vorliegen. Zur Transformation dieser impliziten Informationen in explizite Regeln wurden Metamodelle zur Abbildung von Strategien entwickelt. Zur weiteren Vertiefung dieser Methodiken sei auf die Arbeiten von [DANGELMAIER ET AL. 1993] [METRINS ET AL. 1994] [FELDMANN & REINHART 1999] verwiesen.

Ogleich die Arbeiten vielversprechende Ansätze für eine Übernahme von Daten und Regeln in die Simulation aufzeigen, ist eine kausale Beschreibung aufgrund der mit Unsicherheiten behafteten Identifikation der Strategien nur bedingt möglich. Schließlich werden die Steuerungsaufgaben von Menschen in den Prozessen umgesetzt, weshalb immer individuelle Entscheidungen vorliegen. So wird nach [REINHART & SELKE 1999] das Zusammenführen und Verdichten von Informationen als weitgehend automatisierbar angesehen, wobei bei der Interpretation, also die Identifikation von Strategien und Regeln, von einer Benutzerinteraktion ausgegangen wird.

Aufbau modularer Referenzmodelle

Mit dem Aufbau von sogenannten Referenzmodellen wird spezifisches Fachwissen in größere Ablaufmodule abgebildet. Das hierdurch entstehende Baukastenprinzip erlaubt einen schnellen und effizienten Aufbau von Simulationsstudien.

Der Ansatz von [FELDMANN & SCHLÖGL 1999, S.227] beschreibt die Zielsetzung eines Anlagenbauers der Elektroindustrie, mit vordefinierten Anlagenkomponenten einen schnellen und komfortablen Aufbau des Simulationsmodells zu ermöglichen, um bereits während der Angebotsphase verlässliche Aussagen über das Anlagenverhalten machen können. Die effizient aufgebauten Modelle begleiten zudem die Anlagen von der Planung über die Realisierung bis hin zum Betrieb beim Kunden. Die erzeugten Referenzmodelle werden in diesem Beispiel mit ihren jeweils bestimmenden Parametern in Form von Logistikbausteinen in einer Datenbank abgelegt. So können hier die auch simulationsunerfahrenen Anwender ein Anlagensystem modellieren und Auswertungen durchführen.

Neben dem beschriebenen Ansatz vom Aufbau von Referenzmodellen zeigt sich auch bei den führenden Simulationssystemen der Trend zur Modularisierung. Mit speziellen, anwendungsfallspezifischen Modulbibliotheken soll der Aufbau von ähnlichen Simulationsmodellen beschleunigt werden.

Der Aufbau von Simulationsmodellen aus Modulen bietet hinsichtlich der Effizienz bei der Modellerstellung klare Vorteile. Dennoch zeigen Erfahrungen aus der Praxis, dass bei komplexen Produktions- und Logistiksystemen oftmals die vordefinierten Module nur eine Unterstützung des Anwenders bieten können. Oftmals muss in die Module eingegriffen werden, um das tatsächliche Systemverhalten ausreichend genau wiedergeben zu können.

Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass der Einsatz von Modulen in der Ablaufsimulation aufgrund der klaren Effizienzvorteile zunehmen wird. Die Anwendung ohne simulationsspezifisches Fachwissen ist jedoch auch hier nur in Ausnahmefällen mit begrenzten Einsatz- und Auswertungsmöglichkeiten vorstellbar.

Automatische Modellgenerierung auf Basis von CAD-Daten

Eine weitere Steigerung der Effizienz bei der Daten- und Modellgenerierung ist die automatisierte Erstellung der Modellbausteine sowie deren Zusammenstellung zu einer lauffähigen Simulation. Im Ansatz von [Lehmann 1996] wird ein leistungsfähiges, interaktives Planungswerkzeug vorgestellt, das die Materialfluss- und Layoutplanung im Rahmen der Fabrikplanung unterstützt.

Im Rahmen der statischen Planung wurde ein CAD-System um spezifische Funktionalitäten erweitert, um speziell die Layout- und Materialflussplanung zu unterstützen. So wurden Module für die Verwaltung der Plandaten, wie beispielsweise Mengengerüste oder Arbeitspläne, aufgebaut. Über weitere Funktionalitäten können die planungsrelevanten Daten in Form von Mengen-Weg-Schaubildern im Layout visualisiert werden. In der Phase der Layout-optimierung werden zudem Algorithmen bereitgestellt, die eine materialflusstechnische Aufstellungsoptimierung der Betriebsmittel ermöglichen [LEHMANN 1996] [KÖHLER 1994].

Im weiteren Planungsablauf der Fabrikplanung treten zunehmend Fragestellungen auf, die mit statischen Berechnungen nicht mehr beantwortet werden können. Beispiele hierfür sind dynamische Kapazitätsbetrachtungen der Betriebsmittel, Auslastungen der eingesetzten Fördertechniken oder Dimensionierung der Lager und Bereitstellflächen. Deshalb wird in diesem Ansatz der Einsatz der Ablaufsimulation vorgesehen. Während in der statischen Planung noch relativ grobe und wenige Daten ausreichend sind, benötigt die Ablaufsimulation detailliertere Informationen. Dennoch nutzen beide Systeme zum Teil gleiche Eingangsinformationen [LEHMANN 1996, S.48].

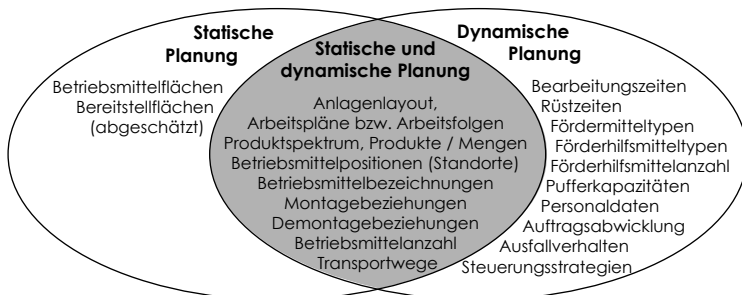


Abb. 3-22: Nutzung gemeinsamer Datenbestände [LEHMANN 1996]

Deshalb wird eine systematische Integration von statischer und dynamischer Materialflussplanung angestrebt. Durch die Nutzung von gemeinsamen Datenbeständen können neben einem reduzierten Arbeitsaufwand auch mögliche Fehlerquellen bei der redundanten Datengenerierung ausgeschlossen werden.

Das vorgestellte Lösungskonzept beschreibt den Aufbau eines Simulationsmodells durch das CAD-System ohne manuelles Eingreifen des Planers. Die entwickelte Schnittstelle arbeitet weitgehend lösungsneutral, wodurch unterschiedliche Planungssituationen abgebildet werden können. Neben den Maschinenstandorten betrifft dies beispielsweise Fördermittelgeschwindigkeiten, Kapazitätsdaten wie auch das Produktionsprogramm mit der Generierung der Auftragsreihenfolge [LEHMANN 1996, S.117]. Die für die Simulation relevanten Daten werden vom PPS-System in das CAD-System übernommen und kommen im Rahmen der statischen Planung teilweise zum Einsatz. Bei der Generierung des Simulationsmodells werden dann diese Informationen an den Simulator weiter übermittelt [LEHMANN 1996, S.129].

Das automatisch generierte Simulationsmodell beschreibt die grundlegenden Wirkzusammenhänge des Produktions- und Logistiksystems. Für die Berücksichtigung von fallspezifischen Aspekten muss an dieser Stelle im Planungsablauf eine manuelle Detaillierung erfolgen. Dennoch ist bereits das Grundmodell ausreichend, um layoutrelevante Informationen, wie beispielsweise Maschinenkapazitäten und Pufferflächen zu ermitteln. Die Ergebnisse des Simulationslaufs werden ebenfalls über eine Datenschnittstelle an das CAD-System rückübertragen. Auf Basis dieser Ergebnisse erfolgt die Detaillierung des Layouts oder eine erneute Simulationsanalyse mit geänderten Parametern.

Die Übergabe eines Modells von der statischen in die dynamische Planung und die Rückübertragung von layoutrelevanten Simulationsergebnissen wird als Planungsregelkreis definiert [LEHMANN 1996] (siehe Abb. 3.23). So wird am Beispiel der Pufferflächen aufgezeigt, wie statische und dynamische Planungsergebnisse voneinander abhängen und sich ergänzen. Im Rahmen der statischen Layoutplanung werden die Standorte der Betriebsmittel, deren Kapazität und die zugehörige Fördertechnik geplant. Zusammen mit der Steuerung und weiteren Betriebsparametern, wie beispielsweise Bearbeitungs-, Rüst- und Ausfallzeiten, bedingen diese Festlegungen die sich einstellenden Umlaufbestände. Zur Auswertung der hierfür notwendigen Puffergrößen und Lagerkapazitäten dient das automatisch generierte Simulationsmodell. Da in der Simulation aber nur die nominelle Anzahl von Teilen errechnet wird, werden die Puffergröße und

Lagerkapazitäten über die Teilegeometrien und Behälterdefinitionen in die erforderliche Bereitstellungs- und Lagerfläche überführt. Letztlich werden diese Ergebnisse in der statischen Feinplanung des Layouts weiterverwendet.

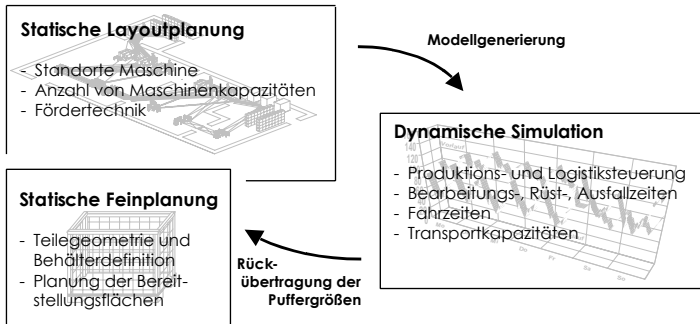


Abb. 3-23: Planungsregelkreis am Beispiel der Berechnung von Pufferflächen [LEHMANN 1996]

Der von [LEHMANN 1996] dokumentierte Ansatz zeigt eine weitgehend automatisierte Schnittstelle zwischen statischer und dynamischer Planung. Aufgrund der bereits umfangreichen Funktionalitäten wurde dieses Werkzeug MATFLOW auch in den Reorganisationsprojekten eingesetzt, die zum Entstehen dieser Arbeit herangezogen wurden. Die abgeleitete Reorganisations-systematik für Produktions- und Logistikprozesse wurde auch in diesem Werkzeug umgesetzt, wozu es kontinuierlich weiterentwickelt wurde. Im Kapitel 8 wird ein Konzept vorgestellt, das zeigt, wie die Reorganisationssystematik über dieses Rechnerwerkzeug permanent in das EDV-technische Umfeld einer Produktion integriert werden kann.

3.5 Zusammenfassung der Defizite und Ableitung des Handlungsbedarfs

Die Entwicklung der industriellen Arbeit erfolgte in drei Revolutionen, die jeweils durch technische Innovationen ausgelöst wurden. Insbesondere die beiden letzten Stufen führten durch die Dezentralisierung von Energie und Information zu einer starken Zergliederung des Arbeitsprozesses. Erst mit der MIT-Studie Anfang der 90-er Jahre [WOMACK ET AL. 1991], in der die Produktionsmethoden der Automobilindustrie miteinander verglichen wurden, gelangte der Prozess zurück in das Betrachtungsfeld der Arbeitsstrukturierung. Obgleich die Vorteile einer Prozessorientierung heute sowohl wissenschaftlich als auch praktisch belegbar sind, weisen viele Unternehmen nach wie vor eine funktionale Orientierung auf [SERVATIUS 1994, S.44] [REITHOFER 1997, S.2].

Auch bei den Prozessen der Produktentstehung überwiegt das funktionale Organisationsprinzip mit einer hoch ausgeprägten Arbeitsteiligkeit. Die Ursachen beginnen bereits mit der Definition von neuen Prozessen, die implizit in der Arbeitplanung stattfindet. Gestützt auf ein unzureichendes Kostenrechnungssystem – der Zuschlagskalkulation – werden bei der Erstellung der Arbeitspläne die Bearbeitungsstationen rein nach technologischen Kriterien ausgewählt. Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit erfolgt hierbei über die Belegungszeiten, ohne dass der logistische Aufwand mit einbezogen wird. Sie werden im Kalkulationsschema nur über hohe und intransparente Gemeinkostenanteile berücksichtigt, wodurch sie als Kriterium im Entscheidungsprozess nicht eingesetzt werden. Der Gesamtaufwand muss aber als Summe von Prozess- und Logistikaufwand verstanden werden [WARNECKE 1993]:

$$\text{Prozessaufwand} + \text{Logistikaufwand} \stackrel{!}{=} \text{Minimum}$$

Das Ergebnis der Arbeitsplanung sind häufig lange, sich kreuzende Materialflüsse, fehlende Transparenz, lange Durchlaufzeiten und hohe Bestände.

Zur Beseitigung der Ineffizienzen werden häufig physikalische Neustrukturierungen der Produktion und Logistik durchgeführt, wobei die Arbeitspläne als gegeben hingenommen werden. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass diesem Optimierungsprinzip auch Grenzen gesetzt sind, wie beispielweise hohe Umzugskosten, ortsfeste Maschinen oder unteilbare Kapazitäten [GÜNTNER & REINHART 2000A, S.1-3]. Deshalb liegt der Ansatz nahe, nicht nur die Struktur an die Prozesse anzupassen, sondern auch die Prozesse an die Struktur. Das

bedeutet für die Produktion, dass zusammen mit der Optimierung der Betriebsmittelaufstellung auch die Arbeitspläne materialflusstechnisch optimiert werden müssen. Die reduzierte Komplexität der verbesserten Wertschöpfungskette wirkt sich neben der vereinfachten Produktion auch positiv auf die Effizienz des Logistiksystems aus [VEITINGER 1997, S.117].

Aufgrund der ungenügenden Berücksichtigung des Prozessgedankens bei der Definition von Produktentstehungsprozessen und des permanenten Wandels der Unternehmensumfelder liegt ein hoher Bedarf an Reorganisationsmaßnahmen vor. Das Institut für Medienentwicklung und Kommunikation [IMK 1998] beziffert den aktuellen Reorganisationsbedarf der deutschen Unternehmen auf 55%, im Maschinenbau sogar auf 66% (siehe Kapitel 1.1).

Dennoch existieren derzeit nur allgemeine Konzepte auf der Basis von Geschäftsprozessen. Spezielle Ansätze, die gezielt auf die Reorganisation von Produktion und Logistik abgestimmt sind, fehlen noch. So wird der Prozess des Übergangs bei Produktwechseln und Strukturveränderungen in Produktionssystemen heute noch zu wenig unterstützt [FELDMANN & REINHART 1999, S.55]. Stärker hingegen sind Ansätze zur Planung in diesem Unternehmensfeld dokumentiert, wie beispielsweise durch [REFA 1990] oder [REFA 1987] (siehe Kapitel 2.1.2). Die Ursachen hierfür liegen in den Innovationszyklen der Produkte. So wurden in der Vergangenheit mit der Einführung von neuen Produkten auch automatisch zumindest Teilbereiche der Produktion und Logistik neu geplant. Mit der Reduktion der Innovationszeiten und der zunehmend flexibleren Fabrikausrüstungen sind planerische Anpassungen nicht mehr zwingend erforderlich. So unterschreiten die Zyklen teilweise deutlich die Nutzungszeiträume der Anlagen und Maschinen [WESTKÄMPER 1999A].

Aufgrund der aufgezeigten Tendenz muss gefolgert werden, dass der Bedarf an reinen Planungssystematiken im Bereich der Produktion und Logistik abnehmen wird, ganz im Gegensatz zu den Reorganisationssystematiken. Während bei einer Planung die Initiierung offensichtlich ist, wie beispielsweise die Einführung von neuen Produkten oder Technologien, muss bei der Reorganisation der Handlungsbedarf erst gefunden werden. Nach dem Erkennen von Ineffizienzen muss sie über einen festen Ablauf gezielt beseitigt werden. Hierbei können sich Veränderungen für Teilprozesse aber auch für ganze Geschäftsfelder ergeben.

Bei der Analyse der allgemeinen Ansätze zur Reorganisation von Unternehmensprozessen wurden wichtige Bausteine erkannt und dienen im weiteren als Grundlage. Es zeigten sich aber auch Schwächen. So werden quantifizierende Werkzeuge, insbesondere zur Darstellung der dynamischen Restriktionen (siehe Abb. 3-12), nur reduziert oder gar nicht eingesetzt. Kennzahlensysteme und Vergleiche mit Best-Practise kommen nur teilweise zum Einsatz, weshalb der Reorganisationsbedarf meist nach qualitativen Einschätzungen festgelegt wird. Auch bei der Entwicklung von neuen Prozessen wird weitgehend auf die Quantifizierung verzichtet. Planungswerkzeuge, insbesondere die Simulation, die für die Bewertung von fiktiven Prozessen gut geeignet sind, nehmen nur eine untergeordnete Rolle ein. Deshalb erfolgt auch die Entwicklung und Auswahl der Soll-Prozesse meist nach weichen Kriterien.

Die Ursache für den geringen Einsatz quantifizierender Werkzeuge geht auf die zu allgemeine Definition der Geschäftsprozesse zurück. So differenzieren nur wenige Reorganisationsansätze zwischen den Geschäftsprozessen als administrativen Abläufen und den operativen Produktions- und Logistikprozessen. Als Konsequenz dieser unscharfen Definitionen sind diese Reorganisations-systematiken in der Regel allgemein formuliert, obwohl sich gerade beim Einsatz von Methoden und Werkzeugen signifikante Unterschiede ergeben. Während bei den Geschäftsprozessen, z.B. in Verwaltung und Entwicklung, die Abläufe und Bearbeitungszeiten nur begrenzt standardisierbar sind, ist dies in den Produktions- und Logistikprozessen überwiegend gegeben [SCHMID 1998]. Deshalb erfordern diese Unternehmensbereiche auch eine spezielle Systematik, in der quantifizierende Werkzeuge fest institutionalisiert werden.

Die Analyse der Simulationstechnik, als ein solches Werkzeug, belegt, dass die gegenwärtigen Systeme für die Abbildung der umfangreichen Produktions- und Logistikprozesse technisch geeignet sind. Gerade hier zeigt sich auch die hohe Wirksamkeit der Simulation, da sowohl Interdependenzen als auch konkurrierende Einflüsse dargestellt und optimiert werden können. Durch die Simulation können Risiken reduziert [FELDMANN & REINHART 1997, Vorwort] und, über die bereichsübergreifende, ganzheitliche Sichtweise, die Effizienz der Prozesse gesteigert werden [WILDEMANN 1996].

Dennoch zeigt sich in Umfrageergebnissen, dass die Verbreitung der Simulation in diesen Bereichen gering ist. Wenn überhaupt werden unternehmensweite Simulationsmodelle nur in aufwendigen Planungsprojekten großer Unternehmen eingesetzt. Bei Reorganisationen wird der Simulation derzeit nur gerin-

ge Bedeutung beigemessen. In klein- und mittelständischen Unternehmen kommt sie meist gar nicht zum Einsatz. Als die häufigsten Einstiegshürden werden die hohen Anfangsinvestitionen und der zusätzliche Zeit- und Personalaufwand, insbesondere für die Datenanalyse und Modellierung, genannt. Deshalb werden in der Weiterentwicklung der Systeme Schwerpunkte auf ein vereinfachtes Datenmanagement und effiziente Modellgenerierung gelegt. Neuere Ansätze zeigen bereits, dass der Wirkungsgrad von Simulationsstudien durch geeignete Schnittstellen deutlich gesteigert werden kann.

Die Unterstützung von Reorganisationstätigkeiten durch dieses und weitere leistungsfähige Rechnerwerkzeuge können aber nur dann wirkungsvoll umgesetzt werden, wenn sie in eine geeignete Systematik eingebunden werden [EVERSHEIM ET AL. 1996] [FELDMANN & REINHART 1997, Vorwort]. Sie ist auch die unverzichtbare Voraussetzung, um die Reorganisation der Produktion und Logistik permanent in einem Unternehmen verankern zu können.

	Anforderungen an die simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
◀ Zeitverlauf der Reorganisation	<ul style="list-style-type: none">• Statische und dynamische Analyse der Prozesse• Quantitative Ermittlung der Reorganisationsbedarfs bei den Ist-Prozessen• Wechselseitige Anpassung von Struktur und Prozessen• Quantitative Beurteilung der Soll-Prozesse vor der Implementierung• Nutzung der Prozesskostenrechnung als „hartes“ Entscheidungskriterium bei Prozessalternativen• Vorgabe von quantitativen Zielkriterien bei der Implementierung• Durchführung in einem organisatorischen Rahmenkonzept• Flexible Anwendung sowohl auf Teilprozesse als auch auf komplette Unternehmensbereiche• Dauerhafte Implementierung der Restrukturierung im Unternehmen

Abb. 3-24: Zusammenfassender Anforderungskatalog

Für die Erfüllung des hergeleiteten Anforderungskatalogs muss eine speziell auf die Belange von Produktion und Logistik ausgerichtete Reorganisations-systematik entwickelt werden. Zusätzlich zur Vorgehensweise werden einsatz-orientierte statische und dynamische Werkzeuge benötigt, die den Anwender sowohl in der Analysephase beim Erkennen des Reorganisationsbedarfs als auch bei der Gestaltung der Soll-Prozesse mit quantitativen Entscheidungskriterien unterstützen. Die Herleitung dieser Systematik zusammen mit den Werkzeugen sowie einem organisatorischen Rahmenkonzept für die Durchführung ist Gegenstand des nachfolgenden Kapitels 4.

Nach der Verifikation des Ansatzes anhand eines Praxisbeispiels in Kapitel 5 wird der Nutzwert der Systematik in Kapitel 6 ausgewertet werden.

Der Anforderung der dauerhaften Implementierung wird im Kapitel 7 Rechnung getragen, indem die Vorgehensweise und die Werkzeuge in die EDV-Umgebung produzierender Unternehmen implementiert werden. Hierdurch wird eine Gesamtlösung geschaffen, durch die die Prozesse permanent bewertet und Reorganisationen unmittelbar beim Erkennen von Ineffizienzen eingeleitet werden können. Über die kurzen und zielgerichteten Reorganisationszyklen (siehe Abb. 1-2) wird letztlich eine hohe Wandlungsfähigkeit außerhalb der Flexibilitätsgrenzen bei gleichzeitig hoher Qualität der abgeleiteten Maßnahmen ermöglicht.

4 Entwicklung einer Reorganisationssystematik für Produktion und Logistik

Der Weg zum Wandel ist nicht vorgegeben. Jedes Unternehmen ist individuell. Auch wenn globale Veränderungen für alle gleichermaßen gelten, unterscheidet sich das Wettbewerbsumfeld dennoch im Detail. Ein Flugcatering-Betrieb oder ein Zulieferer von Fahrzeugherstellern haben beide die gleichen Rahmenbedingungen und dennoch wirken sich diese jeweils unterschiedlich aus [REINHART 2000A, S.21]. Vor diesem Hintergrund kann es nicht Ziel der vorliegenden Arbeit sein, ein allgemeingültiges Konzept zu entwickeln, das auf alle Unternehmen unterschiedlichster Branchen gleichermaßen anwendbar ist. Vielmehr soll aber die Systematik und die einsetzbaren Werkzeuge für die Reorganisation von Prozessen der Produktion und Logistik herausgearbeitet werden. Viele durchgeführte Praxisbeispiele haben gezeigt, dass diese sehrwohl allgemeinen Charakter besitzen, ihre Ergebnisse jedoch fallspezifisch sind.

So wird zunächst das Vorgehen entwickelt, in welchen Schritten die Reorganisation erfolgt (Kapitel 4.1), bevor in den Kapiteln 4.2 bis 4.7 die Ablaufphasen detailliert und die Werkzeuge zugeordnet werden. In Kapitel 4.8 wird ein organisatorisches Rahmenkonzept für den Ansatz abgeleitet und im Kapitel 4.9 die Systematik abschließend zusammengefasst.

4.1 Konzeptentwicklung

Bei der Durchführung einer Reorganisation ist der angewandten Systematik eine besondere Bedeutung beizumessen. Die Zerlegung des Projekts in einzelne Ablaufschritte dient der Strukturierung der durchzuführenden Aufgabe und gewährleistet eine zielgerichtete Vorgehensweise [VEITINGER 1997, S.35]. Bei der Entwicklung einer anwendungsorientierten Systematik können desweiteren den Ablaufschritten speziell geeignete und angepasste Werkzeuge vorab zugeordnet werden. Durch sie wird einerseits die Durchführung beschleunigt, da die Werkzeuge bereits vor ihrem Einsatz an die Systematik und die Aufgabenstellung angepasst sind und Rücksprünge im Reorganisationsverlauf, beispielsweise in die Datengenerierung, vermieden werden. Andererseits werden durch den abgestimmten Einsatz der Werkzeuge einander aufbauende, quantitative Ergebnisse generiert, die ein objektives Entscheiden für die richtigen Maßnah-

men ermöglichen. So wird der Ansatz den konkurrierenden Forderungen nach kurzer Durchführungszeit und hoher Ergebnisqualität gleichermaßen gerecht (siehe Kapitel 1.1).

Basierend auf den hergeleiteten Anforderungen aus Kapitel 3.5 (siehe auch Abb. 3-24) wurde die nachfolgende Vorgehensweise mit ihren sechs Teilschritten entwickelt:

- I. Erfassung der statischen Prozessabfolgen**
- II. Modellierung der dynamischen Prozesssteuerung**
- III. Beurteilung der bestehenden Prozessabfolgen**
- IV. Reorganisation der statischen Prozesse**
- V. Optimierung der dynamischen Einflussfaktoren**
- VI. Bewertung und Transfer der Ergebnisse**

Für den Einsatz der statischen und dynamischen Werkzeuge erfolgt eine zweistufige Erhebung der Ist-Prozesse in den ersten beiden Ablaufphasen, bevor im dritten Schritt der Reorganisationsbedarf abgeleitet wird. Analog zur Prozessanalyse erfolgt die Entwicklung der Soll-Prozesse in ebenfalls differenzierten Einzelschritten. So werden zunächst im vierten Schritt die Prozesse statisch optimiert und wechselseitig auf die Struktur angepasst, bevor im fünften Schritt die dynamischen Einflussfaktoren auf die neuen Prozessabfolgen eingestellt werden. Der abschließende Ablaufschritt dient der quantitativen Beurteilung der Soll-Prozesse anhand ihrer Prozesskosten. Zudem werden durch den Einsatz der Werkzeuge Zielwerte für die Implementierung der Prozesse berechnet.

Für die Durchführung der sechsstufigen Systematik und ihrer flexiblen Anwendung sowohl auf Teilprozesse als auch auf komplette Unternehmensbereiche muss letztlich ein bedarfsgerechter organisatorischer Ansatz entwickelt werden.

Mit der späteren Überführung dieser Systematik in die permanente Integration (Kapitel 7) wird aufgezeigt, wie die speziellen Werkzeuge der Reorganisation in die EDV-Landschaft der Unternehmen dauerhaft implementiert werden können. Hierbei sind einige Tätigkeiten, insbesondere die Daten- und Modellgenerierung, teilweise automatisierbar, wodurch sich die Systematik vereinfacht. Dennoch wird auch hier ihr grundlegender Aufbau weiter Bestand haben.

4.2 Erfassung der statischen Prozessabfolgen

4.2.1 Erfassung der statischen Plandaten

Für die Durchführung der Reorganisation unter Zuhilfenahme quantifizierender Werkzeuge müssen zunächst die relevanten Daten erhoben werden. Hierbei stehen sowohl für die Erfassung der statischen als auch der dynamischen Plandaten direkte und indirekte Methoden zur Verfügung [WIENDAHL 1996]. In der direkten Vorgehensweise erfolgt die Beschaffung der notwendigen Informationen durch die Befragung der prozessinvolvierten Personen sowie durch Beobachtungen des laufenden Prozesses. Typische Beispiele für diese Art der Datenerhebung sind Gruppen- oder Einzelinterviews und Fragebogenaktionen [DAENZER & HUBER 1997]. Insbesondere am Beginn eines Projekts verhelfen diese Methoden zu einer groben Übersicht über die relevanten Prozesse sowie die Systemgrenzen der Restrukturierung. Innerhalb dieser Grenzen können weitere Teilprozesse identifiziert werden. Anhaltspunkte geben hierbei physikalische Einrichtungen in der Produktion wie beispielsweise Fertigungsmaschinen, Montageplätze oder Lagerstätten [FELDMANN & REINHART 1999, S.47].

Gerade für den Einsatz quantifizierender Planungswerkzeuge ist die indirekte Datengenerierung von besonderer Relevanz. In den Datenbanken der Unternehmen stehen in der Regel umfangreiche, aktuelle und historische, Produktions- und Logistikdaten zur Verfügung. So kann über meist flexibel gestaltete Datenschnittstellen, insbesondere bei neueren Systemen, auf Informationen von PPS-, BDE- oder MDE-Systemen zugegriffen werden. Sollte dies nicht oder nur bedingt möglich sein, so müssen manuelle Erhebungen durchgeführt werden, wie beispielsweise Zeitaufnahmen, Multimomentstudien, Stücklistenauflösung, Arbeitsplananalysen, Inventurauswertungen oder Auswertungen der Absatzstatistik [VDI 1991, S.101]. Da aber der Aufwand meist sehr hoch ist, sollte die manuelle Datenerhebung auf ein Minimum reduziert und nur als Ergänzung zum Einsatz kommen. Für eine später geforderte permanente Integration des Ansatzes kann die manuelle Datenbeschaffung nur punktuell zugelassen werden. Generell müssen für alle erhobenen Daten Plausibilitäts- und Konsistenzprüfungen durchgeführt werden. Abb. 4-1 gibt einen Überblick über die statischen Plandaten für die elementaren Objekte der Reorganisation, d.h. für das Produkt, den Produktionsprozess und die Produktionsmittel [MURR 1999, S61], sowie deren typische Datenquellen.

Basisobjekte	Statische Plandaten	Datenquelle
Produkt	Produktstruktur – Sachnummern der Produkte, Bau-, Einzel- und Rohteile – Produktvarianten – Montage- bzw. Demontagestruktur	PPS-System (Stücklisten)
	Produktionsmengen je Zeiteinheit (Ist / Prognose) – Anzahl verkaufter Fertigprodukte – Anzahl von Zukauf und Zwischenprodukten	PPS-System (Verkauf-, Einkaufsli.)
	Produktionsbezogener Sachnummernstamm – Behältervorschrift je Sachnummer – Packvorschrift je Sachnummer (Anzahl je Behälter)	PPS-System (Sachstamm) BDE-Systeme
Produktionsprozess	Bearbeitungsprozess – Arbeitsplan je Sachnummer – Lagerorte je Sachnummer	PPS-System (Arbeitspl.) BDE-Systeme
Produktionsmittel	Arbeitsplätze – Kennung der Arbeitsplätze, Maschinengruppen, Kostenstellengruppen – Position im Layout – Technologieart	PPS-System (Arbeitspl.), BDE-Systeme, manuelle Erfassung
	Transportmittel – Kennung der Transportmittel – Fahrwege / Förderstrecken – Kapazität an Behältern pro Transport	BDE-Systeme, manuelle Erfassung, Leitstand
	Lager – Position im Layout	manuelle Erfassung

Abb. 4-1: Statische Plandaten der Basisobjekte

Erfahrungsgemäß empfiehlt sich der ergänzende Einsatz von direkter und indirekter Datenerhebung. So können einerseits subjektive Eindrücke durch objektives Datenmaterial auf ihre Relevanz bewertet werden. Andererseits können die indirekte Datenrecherche und deren Auswertung gezielter durchgeführt werden, wenn bereits einige Problemstellungen vorab bekannt sind.

4.2.2 Erhebung der Prozessabfolgen

Da die Informationen über die Logistikmodule, wie beispielsweise Läger, Förderspeicher oder Förderwege [RAUH 1998, S.88], meist in den Arbeits- oder Prozessplänen nur teilweise enthalten sind, muss eine erweiterte Datenerhebung stattfinden. Der logistische Gesamtprozess zwischen den Quellen des Beschaffungsmarkts und den Senken des Absatzmarkts wird in zahlreiche, hierarchische Teilsysteme zergliedert, indem an geeigneten Schnittstellen freigeschnitten wird [VDI 1991, S.45]. Das Vorgehen gestaltet sich analog der STAD-Methode (Structured Analysis and Design Technique) [VDI 1991, S115].

4.2 Erfassung der statischen Prozessabfolgen

Die Teilprozesse, sowohl Informations- als auch Materialflüsse, sind nur zwischen Puffern definierbar, die als Quellen oder Senken aufgefasst werden [VDI 1991, S.49]. In den Zwischenlagern steht das übergebene Produkt zu einer bestimmten Zeit in der definierten Menge und Qualität zur Verfügung. Für die Erhebung der Teilprozesse hat sich in der Praxis nachfolgender Erfassungsbogen bewährt.


Prozessabfolge XYZ				Teilfamilie Sachnummernkreis Benennung		Formular: 1 Seiten: 1 Datum: 19.09.00											
Arbeitsfolgen	Arbeitsplatz	Klassifizierung										Durch.Los: 800 Stck		DLZ WS: 340.6 h		DLZ NWS: 94.4 h	
		nicht wertschöpfend Kommissionieren Bereitstellen Transportieren Vorbereiten Sortieren Maschm Sägen Entgraten Drehen Fräsen Räumen Prüfen	wertschöpfend zersägen Schleifen Bohren Fräsen Drehen Stanzen Schweißen Lackieren Galvanisieren Anodisieren Pulverbeschichten ...	Prozesszeit	Bezugsmenge	Anzahl nicht wertsch.	Anzahl wertsch.										
1 Lagerung im Rohteilager								1838	1	1838	0						
2 Freigabe des Fertigungsauftrags								0	1	0	0						
3 Kommissionierung der Rohteile gemäß Losvorgabe								23	1	23	0						
4 Transport zur Fertigungsinsel	Hohlrhad							12	1	12	0						
5 Bereitstellung des Rohmaterials								3	1	3	0						
6 Zwischenlagerung	CT-60							68	1	68	0						
7 Rüsten für den Fertigungsauftrag	CT-60							45	1	45	0						
8 Einspannen der Rohteile	CT-60							0.6	800	480	0						
9 Drehen der Innendurchmesser	CT-60							2.3	800	0	1840						
10 Transport zum Räumen								3	1	3	0						
11 Zwischenlagerung	512 Klink							60	1	60	0						
12 Rüsten für den Fertigungsauftrag	512 Klink							45	1	45	0						
13 Handling der Rohteile	512 Klink							0.2	800	160	0						
14 Vorräumen der Innenverzahnung	512 Klink							0.4	800	0	320						
15 Prüfung des Erststücks								1	1	0	1						
16 ...																	
82 Einlagerung im Bauteillager																	

Abb. 4-2: Aufnahme der Prozesse mit Hilfe des Erfassungsbogens

Der Erfassungsbogen ermöglicht die Unterscheidung der Tätigkeiten nach wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Zeitanteilen. Zudem werden die Prozessschritte weiter detailliert nach der Bearbeitungsart, die sich bei den wertschöpfenden Tätigkeiten an den eingesetzten Technologien orientiert. So wird jedem Prozessschritt immer nur eine Technologieart zugeordnet, während Betriebsmittel mehrere Funktionen ausführen können. Da diese Klassifizierung in der späteren Prozessoptimierung weiterverwendet wird, muss die Art der Technologiedefinition fallspezifisch angepasst werden.

In den rechten Spalten des Datenblatts werden Prozesszeiten im Ist-Prozess eingetragen. Sofern aus der indirekten Datengenerierung bereits Werte vorhanden sind, z.B. für Bearbeitungs- und Rüstzeiten, so werden hier die Mittelwerte eingetragen. Liegen keine Zeiten vor, müssen diese vor Ort erhoben werden wie dies meist bei Kommissionierungs- oder Handlungstätigkeiten der Fall ist. Bei Unternehmensbranchen, die keine Arbeitspläne einsetzen, wie z.B. das Airline-Catering, müssen alle Prozesszeiten direkt ermittelt werden. So können die Bearbeitungs- oder Transportzeiten am laufenden Prozess unter Einbeziehung des Betriebsrates erhoben werden. Die Ermittlung der Wartezeiten in nicht datentechnisch erfassten Puffern kann über Lagerreichweiten abgeschätzt werden.

4.2.3 Visualisierung der statischen Prozessabfolgen

Die Erhebung der Plandaten und die Erfassung der Prozessabfolgen vermitteln meist eine sehr detaillierte Sicht auf die Produktions- und Logistikprozesse. Für die Darstellung des materiellen Wertschöpfungsprozesses haben sich deshalb Materialflussschaubilder in Sankey-Diagramm bewährt [LEHMANN 1996] [KÖHLER 1994]. Hierbei wird jeder Arbeitsstation im Layout eine Quelle und Senke für den Materialfluss zugeordnet. Bei kleineren Bearbeitungsmaschinen werden meist Quellen-Senken-Kombinationen im Zentrum der Maschinenzeichnung definiert, bei größeren Betriebsmitteln muss jedoch eine getrennte Definition erfolgen [LEHMANN 1996, S.79]. Zwischen der Quelle einer Bearbeitungsstufe und der Senke der nachgelagerten Bearbeitungsstufe wird der Materialfluss des Prozesses über Pfeile dargestellt. Die Pfeilbreiten repräsentieren den logistischen Aufwand des Materialflusses. Hierbei wird über die Menge der produzierten Produkte und deren Stücklisten die Stückzahl je Sachnummern ermittelt. Durch die Umrechnung der Stückzahl über das Gewicht, das Volumen, die Packungseinheiten etc. wird eine Kennzahl für den Transportaufwand berechnet und im Layout dargestellt.

Aufgrund des hohen Aufwands für die Erstellung von Mengen-Weg-Diagrammen ist der Einsatz eines CAD-basierten Planungswerkzeugs vorteilhaft. Zudem können unterschiedliche Darstellungsformen automatisch generiert werden, wie beispielsweise produkt- und betriebsmittelbezogene Ströme. Für weitere Informationen über das Planungswerkzeug MATFLOW sei auf [LEHMANN 1996] und [KÖHLER 1994] verwiesen.

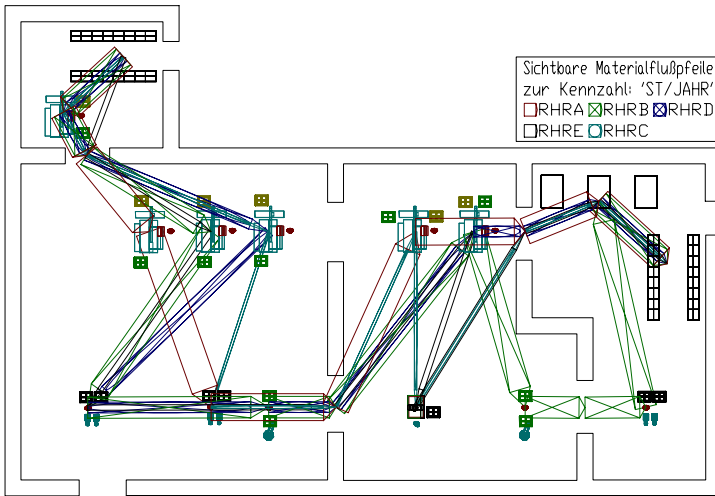


Abb. 4-3: Visualisierung der Prozesse im Materialflusschaubild

4.3 Modellierung der dynamischen Prozesssteuerung

4.3.1 Erfassung der dynamischen Plandaten

Die dargestellte statische Analyse ermöglicht einen guten Überblick über die Abläufe in der Produktion und Logistik. Deren Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit ist aber im hohen Maße von dynamischen Faktoren abhängig, die mit mathematisch-analytischen Verfahren oder der persönlichen Erfahrung des Planers nicht bestimmt werden können [REFA 1990, S.224]. Zudem werden diese Prozesse durch ihre hohe Komplexität sowie durch die Unsicherheit der Daten und deren Einflüsse auf die Ergebnisgrößen charakterisiert [WILDEMAN 1994]. Für die Analyse der dynamischen Zusammenhänge eignen sich im besonderen Simulationswerkzeuge, da in einem Modell zeitliche Restriktionen realitätsnah und mit einer überschaubaren Komplexität dargestellt werden können [LEINBACH 1997]. Insofern können bei Reorganisationen Schwachstellen bei den aktuellen Prozessen ermittelt und auch deren Organisationsstruktur, Dispositions- und Steuerungsstrategie bewertet werden [WILDEMAN 1994].

Für die Simulation werden noch weitere Daten zu den Basisobjekten benötigt [RAUH 1998, S.88]. Eine Reihe der notwendigen Informationen können ebenfalls aus den Datenbanken der Produktion direkt übernommen werden, z.B. Bearbeitungs- und Rüstzeiten. Andere Informationen können über statistische Auswertungen der historischen Datenbestände ermittelt werden. So können beispielweise über die gespeicherten Verkaufsaufträge und Prognosezahlen Zukunftsszenarien entwickelt werden. Wesentlich schwieriger gestaltet sich die Aufbereitung der dritten Gruppe benötigter Informationen: die Regeln oder Steuerungsphilosophien. Die Überführung der meist impliziten Informationen in explizite Regeln ist gegenwärtig noch Stand der Forschung (siehe Kapitel 3.4.4.1). Da die steuerungsrelevanten Informationen meist dezentral, im Verhalten der Prozessausübenden, vorliegen [FELDMANN & REINHART 1999, S.255] müssen diese Daten direkt über Befragungen vor Ort erhoben werden.

Basisobjekte	Dynamische Plandaten	Datenquelle
Produkt	Dynamisches Verkaufsverhalten – Abrufintervalle – Verkaufsstatistiken je Sachnummer	PPS-System (Versandliste)
	Produktbearbeitung – Rüstzeiten je Sachnummer und Fertigungsstufe – Bearbeitungszeiten je Sachnummer und Fertigungsstufe	PPS-System (Arbeitsplan)
	Produktionsbezogener Sachnummernstamm – Standardlosgrößen / Mindestbestellmengen – Wiederbeschaffungszeiten der Rohteile – Lagersteuerung je Sachnummer	PPS-System (Sachstamm) manuelle Erhebung
Produktionsprozess	Steuerung der Produktion und Logistik – Produktionsstrategie je Sachnummer – Steuerung der Roh- und Kaufteilbeschaffung – Transportsteuerung je Transportmittel – Steuerung Leerfahrten / Leerbehältertransporte	PPS-System, BDE-Systeme, manuelle Erfassung
Produktionsmittel	Arbeitsplätze – Verfügbare Kapazität je Arbeitsplatz – Ausfallstatistiken / Verfügbarkeiten – Instandhaltungsmaßnahmen	PPS-Systeme, BDE-Systeme, manuelle Erfassung
	Transportmittel – Transportgeschwindigkeiten – Fahrwegrestriktionen (Einbahnstraßen etc.) – Instandhaltungsmaßnahmen	BDE-Systeme, manuelle Erfassung, Leitstand
	Lager – Kapazität	manuelle Erfassung
	Personal – Schichtplan – Personalorganisation / Mitarbeiterqualifikation	PPS-Systeme, manuelle Erfassung

Abb. 4-4: Dynamische Plandaten der Basisobjekte

4.3.2 Vorgehen bei der Modellgenerierung

Zur Abbildung der dynamischen Plandaten und Analyse der stark zeitdiskreten Effekte in Produktion und Logistik (siehe Abb. 1-2) eignen sich im besonderen Simulationsmodelle. Vor Beginn des Modellaufbaus muss jedoch das Untersuchungsziel und der Systemausschnitt festgelegt werden [FELDMANN & REINHART 1999, S.46] [LEHMANN 1996, S.33]. Die Reorganisation der Prozesse in Produktion und Logistik erfordert ein unternehmensweites Modell, in dem die materiellen (Mitarbeiter, Maschinen, Fahrzeuge, Werkstücke etc.) und die informellen Objekte (Aufträge, Stücklisten, Arbeitspläne etc.) abgebildet werden [KUHN ET AL. 1997]. Aufgrund der hohen Anzahl an Systemelementen und der noch unscharfen Reorganisationsansätze empfiehlt sich eine Modellerstellung nach dem Top-Down-Prinzip. Hierbei erfolgt die Modelldetaillierung erst mit der Festlegung der Schwerpunkte der Reorganisation, wodurch Modellierungsaufwand, Fehleranfälligkeit, Laufzeit und Interpretationsaufwand auf ein Minimum begrenzt werden [FELDMANN & REINHART 1999, S.22]. Moderne Simulationswerkzeuge unterstützen dies durch eine hierarchische Modellorganisation.

In der Praxis zeigt sich, dass der Modellaufbau interaktiv abläuft [LEHMANN 1996, S.32] (siehe Abb. 4-5). So müssen die Daten über Datenbanken fall-spezifisch aufgebaut und während der Modellgenerierung immer wieder modifiziert werden. Beim Ansatz der Referenzmodelle (siehe Kapitel 3.4.4.2) werden wiederkehrende Systembausteine in allgemeine Bausteine abgebildet, wodurch sich auch die Datenstruktur in gewissen Grenzen vereinheitlichen lässt. So beinhaltet ein Produktions- oder Versandprogramm eine terminliche Auflistung von Aufträgen mit Art und Menge. Über die tabellarischen Stücklisten können die Fertigprodukte in ihre Bau-, Einzel- oder Rohteile weiter differenziert werden, für die in einer Stammdatentabelle beispielsweise Standardlosgrößen oder Behälterdefinitionen vorgehalten werden. In ähnlicher Weise werden Tabellen für Arbeitspläne oder Schichtmodelle generiert und an die Simulation übergeben. Der Aufbau dieser Tabellen obliegt gegenwärtig der Simulationserfahrung des Anwenders. Für eine Modellgenerierung unter Verwendung von Referenzmodellen oder auch beim verteilten Aufbau von großen Simulationsmodellen gewinnen Standardisierungen zunehmend an Bedeutung. Da ein globaler Standard über eine DIN-ISO-Zertifizierung noch in der Zukunft liegt, sollten zumindest im Unternehmen spezifische Festlegungen getroffen und eingehalten werden. Neben der vereinfachten Modellierung lassen sich auch Plausibilitäts- und Richtigkeitsprüfungen der Daten vereinheitlichen.

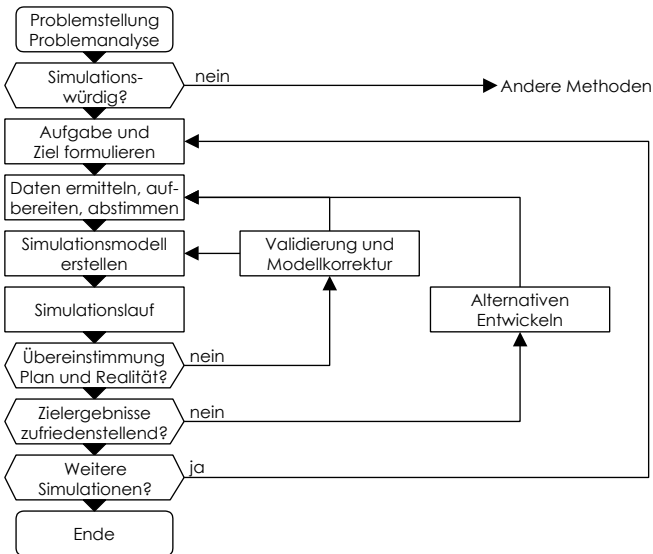


Abb. 4-5: Ablauf einer Simulationsstudie nach [LEHMANN 1996, S.32]

Der Aufbau eines Simulationsmodells kann, wie dies im Kapitel 3.4.4 dargestellt wurde, durch moderne Rechnerwerkzeuge unterstützt werden. Dennoch zeigt sich in der Praxis, dass spezifische Unternehmensmodelle nur über einen Simulationsexperten nutzbringend aufgebaut werden können. So zeigte sich bei Betrieben, die identische Produktions- und Logistikprozesse aufweisen, dass keine kompletten Simulationsmodelle kopierbar sind. Durch den Aufbau von spezifischen Simulationsbausteinen konnte zwar der Modellierungsaufwand deutlich vereinfacht werden, jedoch erfordern die individuellen Anpassungen immer wieder Expertenwissen. Anders gestaltet sich dies bei der Schnittstellenphilosophie von [LEHMANN 1996]. Hierbei werden bereits in der statischen CAD-Planung relevante Simulationsdaten und -regeln hinterlegt, wodurch die Simulation automatisch generiert werden kann. Bei der permanenten Integration der entwickelten Reorganisationssystematik (siehe Kapitel 7) werden weitere Anforderungen an diese Schnittstelle abgeleitet. Hierdurch kann zumindest ein Grundmodell automatisiert bereitgestellt werden, wodurch der Einsatz der Simulation auch bei kurzen Reorganisationszyklen effizient möglich ist.

4.3.3 Kalibrierung des Modells

Letzter Schritt der Modellerstellung ist die Modellkalibrierung, in der überprüft wird, ob das Modell die Realität tatsächlich richtig und ausreichend genau wiedergibt [FELDMANN & REINHART 1999, S.23]. Als geeignet erweisen sich hierbei praxisbezogene Kennzahlen, die einen direkten Vergleich mit den realen Prozessen zulassen. So werden beispielsweise Bestände, Durchlaufzeiten oder der Einsatz von Personalressourcen zwischen Modell und Realität verglichen [FELDMANN & REINHART 1999, S.45]. Durch die Abänderung von Modellparametern oder auch Steuerungsregeln wird das Modell solange verifiziert, bis der erforderliche Genauigkeitsgrad erreicht wird.

Im Rahmen dieser Arbeit erweist sich die Modellkalibrierung als besonders wichtig, da das Ist-Modell sowohl in der Prozessbeurteilung als auch als Referenz für die Verbesserung herangezogen wird. Ein nicht ausreichend genaues Ist-Modell würde somit zu falschen Analyseergebnissen sowie zu falschen Zielvorgaben führen. Deshalb wird diesem Teilschritt eine besondere Bedeutung beigemessen.

4.4 Beurteilung der bestehenden Prozessabfolgen

Nach der zweistufigen Erhebung der aktuellen Prozessabfolgen, der statischen und dynamischen, stellt sich nun die Frage nach dem Reorganisationsbedarf. Hierzu müssen die Prozesse zunächst nach ihrer Bedeutung qualitativ eingeordnet werden.

Die quantitative Beurteilung der Wirksamkeit von Produktion- und Logistikprozessen kann durch den Aufbau und Einsatz eines Kennzahlensystems gewährleistet werden. Hierzu müssen ergänzend zu den statischen und dynamischen Plandaten Messwerte erhoben werden, mit deren Hilfe die aktuelle Leistungsfähigkeit wiedergegeben werden kann. Im Unterschied zu den Plandaten, die für die Dauer eines Reorganisationszyklusses nahezu konstant sind, müssen die Kennzahlen fortlaufend, während und nach der Reorganisation, aktualisiert werden. Sie dienen der Analyse des aktuellen Stands, der Zielformulierung und dem Controlling der Zielerreichung. In ihrer Herleitung und Grundstruktur besitzen Kennzahlen allgemeine Ansätze, die Ausgestaltung muss jedoch firmenspezifisch durchgeführt werden. Die Gründe liegen oftmals in der pragmatischen Umsetzung, wie beispielsweise im Realsystem Daten verfügbar sind

oder Messpunkte gewählt werden können. Deshalb werden zunächst allgemeine Aspekte aufgezeigt, bevor exemplarisch auf das Kennzahlensystem eines Kommissionierbetriebs eingegangen wird, der im Fallbeispiel von Kapitel 5 noch detailliert vorgestellt wird.

4.4.1 Klassifizierung der Prozesse

Die statische und dynamische Erfassung der Unternehmensprozesse liefert erfahrungsgemäß eine Vielzahl von detaillierten Informationen. Über die Durchführung von standardmäßigen Auswertungen, wie beispielsweise zum Kundenspektrum, ABC-Analyse etc., können die Prozesse spezifiziert werden. Zusätzlich verhelfen die direkten Erhebungen zu subjektiven Einschätzungen der prozessbeteiligten Mitarbeiter hinsichtlich der Bedeutung eines Prozesses.

Die Darstellung der Prozessbedeutung erfolgt mit Hilfe der Vier-Felder-Matrix von [KREUZ 1996]. Hierbei werden die Prozesse in Anbetracht ihres Kundennutzens und ihres Beitrags zum Unternehmenserfolg klassifiziert. So werden die einzelnen Teilprozesse der Produktion und Logistik zueinander relativ beurteilt, in wie weit sie die Kundenzufriedenheit beeinflussen können. Zudem wird bewertet, welchen Einfluss ein Prozess auf das Erreichen der strategischen Unternehmensziele besitzt. Die in nachfolgender Abbildung genannten Leitbeispiele sollen das Prinzip der Methode verdeutlichen, jedoch kann sich ihre Einordnung je nach Branche und Unternehmenszweck auch anders darstellen.

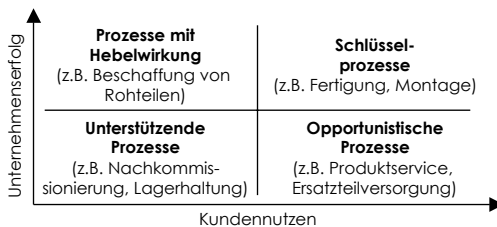


Abb. 4-6: Vier-Felder-Matrix zur Klassifizierung der Prozesse [KREUZ 1996]

Neben dieser Art der Klassifizierung werden in der Literatur zum Business Reengineering nach den Dimensionen der Imitierbarkeit durch Mitbewerber und Stärke des eigenen Unternehmens differenziert. Hieraus lässt sich ableiten, welche Stellung ein Prozess in einer ‚Make-or-Buy‘ – Entscheidung einnimmt.

4.4.2 Vorüberlegungen zu Kennzahlensystemen

Die durchgeführte Analyse von Reengineering-Ansätzen (siehe Kapitel 3.3) hat gezeigt, dass in einigen Ansätzen der Reorganisationsbedarf nur anhand der qualitativen Klassifizierung abgeleitet wird. Die Ursache liegt meist darin, dass indirekte Prozesse, beispielsweise in der Verwaltung aber auch Produktentwicklung, nur teilweise quantitativ erfasst werden können. Anders ist dies bei den Prozessen der Produktion und Logistik, für die die Forderung ‚If you cannot measure it ... you cannot improve it‘ [HARRINGTON 1991] uneingeschränkt gilt. Durch den Kennzahl-Einsatz werden die gemäß der durchgeführten Klassifizierung wichtigen Prozesse zahlenmäßig erfasst und mit Hilfe des Vergleichs ihre Stärken aber auch Schwächen aufgezeigt.

Ziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Wesentliches ist schnell erkennbar • Aufzeigen von Zusammenhängen • Beurteilung über quantitativen Vergleich
Anforderung an die Prozesse:	<ul style="list-style-type: none"> • Sachverhalte müssen zahlenmäßig erfassbar sein
Anforderung an die Daten:	<ul style="list-style-type: none"> • In ausreichender Qualität verfügbar • Hinreichend aktuell • Erhebung gegenüber Nutzen der Kennzahlen vertretbar
Anforderung an die Kennzahlen:	<ul style="list-style-type: none"> • Geben den analysierten Sachverhalt richtig und vollständig wieder • Gebildete Kennzahlen sind transparent und nachvollziehbar • Anzahl ist überschaubar, beschreibt aber den Sachverhalt hinreichend genau • Die Funktionsweise der Wirkzusammenhänge ist richtig erkannt und abgebildet

Abb. 4-7: Ziele und Anforderungen an Kennzahlensysteme nach [HABICHT 1999, S.8] [MURR 1999, S.26] [BÖSENBERG & METZEN 1993, S.50]

Kennzahlen bilden seit geraumer Zeit einen festen Bestandteil des Unternehmens-Controllings. Die Auswertungen des Finanzwesens, wie beispielsweise Gewinn- oder Verlustrechnungen, sagen aber nichts über die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens aus [WARNECKE 1993, S.153]. Vielmehr sind neben Produktivität und Auslastung die Forderungen nach kurzen Durchlaufzeiten, geringer Kapitalbindung über die Bestände und hoher Termintreue für Lieferungen von erheblicher Bedeutung [BEITZ & KÜTTNER 1990, S.3]. So muss die Prozessleistung hinsichtlich der Kundenzufriedenheit, Qualität, Zeit und Kosten beurteilt werden [GAITANIDES ET AL. 1994] [SERVATIUS 1994, S.15].

Überträgt man diese Forderung auf die Prozesse der Produktion und Logistik, kann die Zufriedenheit der internen und externen Kunden über die Qualität beurteilt werden. Hierdurch reduzieren sich die Determinanten des Kennzahlensystems auf drei Dimensionen.

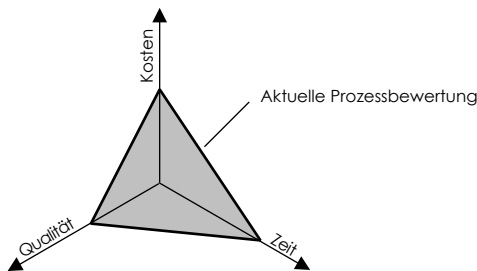


Abb. 4-8: Die drei Kennzahldeterminanten für Produktion und Logistik

In der Praxis zeigt sich, dass im Sinne einer erweiterten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung [DEBUSCHEWITZ & WERNER 1997, S.40] Kennzahlen noch anderer Dimensionen, wie beispielsweise Flexibilität oder Humansituation, gefunden werden. Da diese hinsichtlich Best-Practise meist nur schwer miteinander verglichen werden können, werden sie im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt.

Der Aufbau eines Kennzahlensystems erfolgt über ein deduktives und induktives Vorgehen. So werden ausgehend von der durchgeführten Prozessklassifizierung die Schwerpunkte des Kennzahlensystems gesetzt und Spitzenkennzahlen gebildet. Durch logische oder rechnerische Überlegungen werden deduktiv Unterkennzahlen abgeleitet. Gleichzeitig werden aus individuellen Problemen in den Prozessen Kennzahlen gebildet, die wiederum induktiv in das Kennzahlensystem aufgenommen werden. Doch gerade durch die statische und dynamische Betrachtung des Realsystems besteht die Gefahr, zu viele Kennzahlen zu bilden. Deshalb sei hier auf die in der Literatur beschriebenen Mechanismen verwiesen, um Kennzahlen zu reduzieren und zu verdichten. Zudem können durch die Orientierung an der durchgeführten Prozessklassifizierung (siehe Abb. 4-6) Kennzahlen für Sekundärprozesse aus dem Kennzahlensystem eliminiert werden. Weitere Informationen bieten [REICHMANN 1990, S.41f] [SYSKA 1990, S.36] [VDI 1991, S.40 und S.140] [HABICHT 1999, S.21].

4.4.3 Aufbau eines firmenspezifischen Kennzahlensystems

Das Kennzahlensystem, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit für ein Unternehmen entwickelt und installiert wurde, gliedert sich in zwei Ebenen: die Betriebskennzahlen und die Prozesskennzahlen.

	Betriebskennzahlen	Prozesskennzahlen
Betrachtungsfokus:	Betrieb und Abteilung	Isolierte Teilprozesse
Erhebung:	Permanent	Nach Bedarf
Durchführendes Organ der Messung:	Mitarbeiter im Betrieb	Spezialisierte Stabsstelle
Erhebung der Daten:	Weitgehend automatisiert	Manuell
Gliederung des Kennzahlensystems:	Nach der Aufbauorganisation	Nach der Ablauforganisation
Zielsetzung:	Beurteilung der aktuellen Leistungsfähigkeit eines Betriebs	Ermittlung von Best-Practise

Abb. 4-9: Differenzierung der eingesetzten Kennzahlensysteme

Beide Kennzahlensysteme arbeiten parallel im bestehenden Unternehmensverbund, der deutschlandweit aus ca. 15 Betrieben und weltweit ca. 200 Betrieben besteht. Die Betriebskennzahlen werden permanent von den prozessausübenden Mitarbeitern erhoben und beurteilen den aktuellen Betriebszustand. Eine differenzierte Betrachtung, welche Prozesse im Betrieb bereits gut institutionalisiert sind und welche Prozesse hingegen noch Verbesserungspotential und Anknüpfungspunkte für eine Restrukturierung bieten, kann mit den globalen Betriebskennzahlen nicht erfolgen [GOLDSTEIN 1999, S.79]. Deshalb werden die Kernprozesse isoliert und mit den Prozesskennzahlen analysiert.

Die Betriebskennzahlen

Die Betriebskennzahlen dienen der Beurteilung des aktuellen Leistungsvermögens eines Betriebs. In vielen Unternehmen wird die Erhebung von wirtschaftlichen Kenndaten bereits seit Jahren durchgeführt und ausgewertet. Typische Beispiele sind Umsatzzahlen, Produktivitäten, Ausschussraten, Krankheitsquoten etc.. Mit diesen Kennzahlen wird die Dimension der Kosten vielfältig analysiert und für die Zielvereinbarung verwendet. Kennzahlen der Dimensionen Zeit und Qualität werden hingegen nur allmählich in den Kennzahlensystemen aufgenommen, da erst zunehmend erkannt wird, dass eine einseitige Ausrichtung zur Erfüllung der Kundenzufriedenheit nicht mehr ausreichend ist.

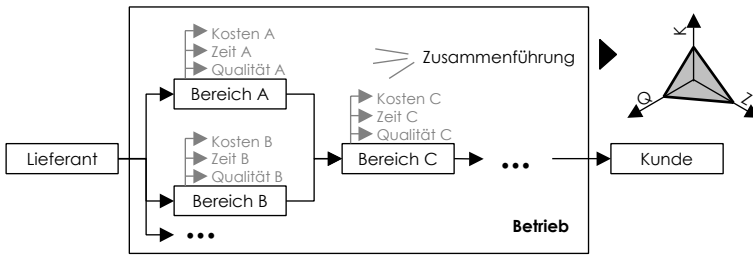


Abb. 4-10: Ermittlung der Betriebskennzahlen

Die Erhebung erfolgt für den Gesamtbetrieb direkt oder über die rechnerische Zusammenführung einzelner Werte der Funktionsbereiche. Die Ergebnisse werden über die Zeit fortgeschrieben. Auffälligkeiten werden in den Bereichen oder auf Betriebsebene zyklisch diskutiert und durch neue Vorgaben begegnet. Nachfolgend werden nur exemplarisch einige Betriebskennzahlen ausgeführt.

Betriebskennzahlen – Kosten

Von den vielfältigen betriebswirtschaftlichen Kennzahlen, die praktisch in jedem Unternehmen erhoben werden, gilt als wichtigste die Produktivität. Sie kann ausgewertet werden, indem bei der Definition eines Kundenauftrags die verschiedenen Tätigkeiten, die für dessen Abarbeitung erforderlich sind, aufgegliedert und Zeitbausteinen zugeordnet werden. Sie dienen einerseits der Kostenkalkulation im Rahmen der Angebotserstellung. Andererseits werden sie für das Controlling verwendet, indem die Sollzeit, die sich aus der Summe der abgerechneten Kundenaufträge ergibt, dem tatsächlich benötigten Personaleinsatz eines Betriebs gegenübergestellt wird. Die ermittelte Produktivitätskennziffer des Betriebs wird über die Verteilung der Tätigkeiten auf die Funktionsbereiche in Einzelproduktivitäten untergliedert.

Formel 4-1:

$$\frac{\sum \text{Mitarbeiterstunden}}{\sum_{i=1}^n \text{Aufträge}_i \cdot \text{Vorgabezeitwert}_i}$$

Betriebskennzahlen – Zeit

Mit der Berechnung der Durchlaufzeit wird eine Kennziffer ermittelt, die angibt, in welcher Zeit ein Kundenauftrag in einem Betrieb abgearbeitet werden kann. Hierzu ist es notwendig, den Kundenauftrag entlang der Wertschöpfungskette in Teilprozesse zu gliedern. Da in vielen Betrieben meist nicht alle Prozessschritte datentechnisch erfasst sind, müssen teilweise manuelle Näherungsrechnungen

eingesetzt werden. So kann beispielsweise bei großen auftragsneutralen Zwischenpuffern, bei denen eine Erfassung von zu- und abfließendem Material nicht möglich ist, über die Puffergröße und den Materialdurchsatz die Lagerreichweite berechnet werden, die als Konstante in die Durchlaufzeit einfließt. Bei den datentechnisch erfassten Prozessschritten wird hingegen systemisch ausgewertet, wann mit der Produktion eines Auftrags begonnen und wann das Prozessergebnis vom internen oder externen Kunden übernommen wurde.

Die Ermittlung der Gesamtdurchlaufzeit erfolgt über zwei Berechnungsschemata. So werden zum einen für parallele Prozessbausteine Mittelwerte gebildet, die mit den sequentiellen Prozessbausteinen addiert werden (siehe Formel 4-2). Die Auswertung des ‚kritischen Pfads‘ erfolgt über die Addition der maximalen parallelen Prozessbausteine mit den sequentiellen (siehe Formel 4-3).

$$\text{Formel 4-2: } \sum_{i=1}^n \text{Durchlaufzeit sequentiell}_i + \sum_{k=1}^m \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Durchlaufzeit parallel}_i}{\text{Anzahl Prozesse parallel}_i} \right)_k$$

$$\text{Formel 4-3: } \sum_{i=1}^n \text{Durchlaufzeit sequentiell}_i + \sum_{k=1}^m \left(\text{Maximum Durchlaufzeit parallel}_i \right)_k$$

Mit Hilfe des bestehenden Simulationsmodells können zudem Zeitbausteine verifiziert werden. So wird nachgewiesen, dass das Simulationsmodell die Realität hinreichend genau abbildet. Zudem wird aber durch die Simulation eine detaillierte Analyse der Durchlaufzeit möglich, die im laufenden Betrieb nur mit unverhältnismäßigem Aufwand durchgeführt werden könnte.

Betriebskennzahlen – Qualität

Zur Beurteilung der Kennzahlen der Dimensionen Kosten und Zeit muss auch berücksichtigt werden, welches Qualitätsniveau gegenüber dem internen oder externen Kunden erreicht wird. Die Erhebung erfolgt an den funktionalen Übergabestellen im Wertschöpfungsprozess. Über die Vereinbarung der Lieferbedingung zwischen Kunden und Lieferanten an den Prozessschnittstellen wird bei der Ausübung der Arbeitsabfolgen erhoben, ob die Bereitstellung pünktlich in der geforderten Produktqualität erfolgt. Die ausgewertete Qualitätskennziffer beschreibt das Verhältnis korrekter Bereitstellungen gegenüber der Gesamtanzahl an Bereitstellungen an einer spezifischen Schnittstelle. Ist der Umfang einer Bereitstellung nicht konstant, so müssen die Bereitstellungen mit geeigneten Komplexitätsfaktoren zueinander normiert werden. Im Beispielbetrieb wurde dies erreicht, indem die Bereitstellung eines Transporthilfsmittels beurteilt wird. Da die Größe der Transporthilfsmittel in allen Betrieben des betrachteten Unter-

nehmens vergleichbar sind, kann diese Kennziffer auch zur Orientierung gegenüber anderen Betrieben verwendet werden.

Die Kennziffern der einzelnen Bereiche werden anschließend über die Mittelwertbildung zu einer Qualitätskennziffer des Betriebs verdichtet.

Formel 4-4:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Anzahl korrekter Bereitstellungen}}{\text{Anzahl Bereitstellungen}} \right)_i}{\text{Anzahl ausgewerteter Schnittstellen}}$$

Beurteilung der Betriebskennzahlen für die Reorganisation

Die beschriebenen Betriebskennzahlen vermitteln die aktuelle Leistungsleistungsfähigkeit eines Betriebs in den Dimensionen Kosten, Zeit und Qualität. Die Untergliederung der Kennzahlen erfolgt, insbesondere bei der Produktivität und Qualität, nach funktionalen Bereichen. So kann mit Hilfe der Betriebskennzahlen durchaus angegeben werden, welche Betriebe und Funktionsbereiche einen Kundenauftrag effizient abarbeiten. Die Ermittlung eines konkreten Reorganisationsbedarfs oder die Abschätzung möglicher Leistungssteigerungen kann über die Betriebskennzahlen nicht erfolgen, da Funktionsbereiche sowohl mehrere Prozesse ausüben als auch nur Teil eines Prozesses sind. Die Aussage welcher Prozess Best-Practise ist, bleibt an dieser Stelle offen.

Die Prozesskennzahlen und Best-Practise

Anstelle der funktionalen Detaillierung des Kennzahlensystems werden die Prozesskennzahlen unmittelbar an den Leistungsprozessen erhoben. Über die durchgeführte Klassifizierung der Produktions- und Logistikprozesse werden für Kernprozesse Kennzahlen gebildet. Wichtig für die spätere Vergleichbarkeit der Prozesse ist eine eindeutige Erhebung der Prozessparameter und die Berücksichtigung von Einflußfaktoren. Generell gilt der Zusammenhang, je kürzer die verglichenen Prozessabfolgen sind, desto weniger Einflussfaktoren müssen berücksichtigt werden. Zugleich sollten aber gerade in der Produktion und Logistik vollständige Prozessketten analysiert werden [VEITINGER 1997, S.79].

Die Erhebung der Prozesskennzahlen erfolgt für jeden identifizierten Kernprozess isoliert durch speziell ausgebildetes Personal. Die Mitarbeiter der zentralen Stabstelle erheben und vergleichen die Prozesskennzahlen unterschiedlicher Betriebe. Sie beurteilen auch die zu berücksichtigenden Einflussfaktoren auf die Prozesse. Hierbei gilt abzuwägen, ob Rahmenbedingungen beeinflussbar sind oder ob sie erschließbare Potentiale sind. Im allgemeinen

gelten nur kundenseitige Einflussfaktoren, wie beispielsweise die Anzahl unterschiedlicher Kunden, als nicht beeinflussbar. Prozesserschwernisse, wie beispielsweise eine auf mehrere Stockwerke verteilte Produktion, können als optimierbar betrachtet werden, weshalb sie in den Kennzahlen nicht als Einflussfaktoren berücksichtigt werden.

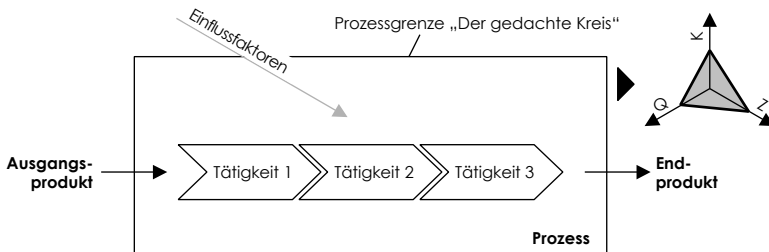


Abb. 4-11: Ermittlung der Prozesskennzahlen

Die Prozesse werden zwischen definierbaren Puffern beschrieben [VDI 1991, S.49]. Die Auswertungen werden über eine längere Periode erfasst, mindestens über eine Schicht. Wechselt das Personal oder der Kundenauftrag, so werden mehrere Messungen durchgeführt und Mittelwerte gebildet. Die eingesetzten Arbeitsmittel sowie die gewählte Bearbeitungsstrategie werden zu Beginn der Messungen erfasst. Während der Messung ist es wichtig, dass die Mitarbeiterzeiten, die außerhalb des ‚gedachten Kreises‘ geleistet werden und somit nicht unmittelbar zur Ausübung des gemessenen Prozesses beitragen, nicht berücksichtigt werden. Zudem müssen zum Ende der Messung die Arbeitsplätze wieder in ihren Ausgangszustand gebracht werden, d.h. Kommissionierregale wieder eingeräumt oder Müll bis zur Prozessgrenze entsorgt werden.

Die Bildung der Kennzahlen orientiert sich ebenfalls an den drei Determinanten Kosten, Zeit und Qualität. Analog zu den Betriebskennzahlen wurde eine Reihe an ergänzenden Kennzahlen gebildet, die die Prozessabarbeitung charakterisieren. Da sie aber nicht in die spätere Bewertung eingehen, werden diese nicht weiter dargestellt. Für die Bildung von geeigneten Kennzahlen sei auch auf die Wertschöpfungskennzahlen des ‚Lean Managements‘ verwiesen [BÖSENBERG & METZEN 1993, S.250].

Prozesskennzahlen – Kosten

Bei manuellen Prozessen aber auch bei vergleichbaren Automatisierungsgraden kann die Kostenbeurteilung im Best-Practise-Vergleich rein über die Auswertung der Mitarbeiterproduktivität erfolgen. Sie wird ermittelt, indem vom Prozessbeobachter alle Zeitanteile erfasst werden, die innerhalb des ‚gedachten Kreises‘ für die Ausübung des Prozesses von den Mitarbeitern aufgewendet werden. Hierbei ist es entscheidend, dass die Prozessgrenze richtig gewählt ist. So können bei Kommissionierbetrieben beispielsweise Durchlaufregale für die Bereitstellung eingesetzt werden. Da aber auch die Kommissionierung direkt von der Palette möglich ist, muss das Einräumen des Regals, obwohl es nur ein sekundärer Prozess ist, mit berücksichtigt werden.

Die Erfassung des Schwierigkeitsgrads der Produkte erfolgt ebenfalls über die Vorgabezeitwerte. Da die erfassten Sekundärprozesse als indirekte Zeiten meist nicht eindeutig zugeordnet werden können, werden diese anteilig verteilt.

Formel 4-5:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Aufträge}_i \cdot \left(\frac{\text{Vorgabezeitwert}_i}{\text{Zeit}_i + \text{Zeit INDIREKT}_i} \right)}{\text{Anzahl Aufträge}}$$

Prozesskennzahlen – Zeit

In vielen Unternehmen ist die reine ausführende Zeit für einen Prozess klein gegenüber der Wartezeit, bis der nächste Prozess oder der Kunde auf den Prozess-Output zugreifen (siehe Abb. 3-5 und 3-6). Deshalb ist es für die Prozesskennzahlen meist ausreichend, nur die Zeit vom Prozess-Ende bis zur Weiterverwendung zu messen. Kann diese Prozesszeit nicht direkt erhoben werden, da eine auftragsneutrale Produktion einen nicht erfassten Durchlaufpuffer speist, so wird auch hier über die Puffergröße und den Mengendurchsatz die Lagerreichweite berechnet und als Ersatzwert verwendet. Da das Abnahmeverhalten des Kunden mitunter stark schwanken kann, muss aber die Messung der Puffergröße zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgen und gemittelt werden.

Zur Auswertung der Kennziffer Zeit wird die durchschnittliche Vorlaufzeit bei der Produktion eines Auftrags der minimalen Vorlaufzeit gegenübergestellt. Die Bestimmung der minimalen Vorlaufzeit erfolgt durch den Prozessbeobachter, wobei ein Sicherheitspuffer für eine fortlaufende Prozessstabilität sowie beispielsweise erforderliche Kühlzeiten im Puffer berücksichtigt werden.

Formel 4-6:

$$\frac{\text{Minimale Soll-Vorlaufzeit} \cdot \text{Anzahl Aufträge}}{\sum_{i=1}^n \text{Aufträge}_i \cdot \text{Ist-Vorlaufzeit}_i}$$

Prozesskennzahlen – Qualität

Die Kennziffer der Qualität vergleicht die Anzahl von Arbeitsprozessen, die im ersten Versuch fehlerfrei gelingen, mit der Gesamtanzahl an Arbeitsprozessen. Die gewonnene Zahl gibt die Güte der angewandten Prozesse und das Qualitätsbewusstsein der Mitarbeiter wieder.

$$\text{Formel 4-7: } \frac{\text{Fehlerfreie Prozessausübung im ersten Anlauf}}{\text{Gesamtanzahl Messungen}}$$

Auswertung von Best-Practise

Mit den exemplarisch aufgezeigten Kennzahlen können innerbetriebliche sowie zwischenbetriebliche Benchmarkanalysen durchgeführt werden, indem die relative Leistungsfähigkeit von Systemen verglichen wird [EVERSHEIM ET AL. 1994]. Stehen jedoch keine geeigneten Benchmarkpartner zur Verfügung, so kann der Reorganisationsbedarf über den Vergleich vorgegebener Unternehmensziele mit der aktuellen Leistungsfähigkeit abgeleitet werden, worauf im Kapitel 4.8.1 noch eingegangen wird. Die höchste Aussagekraft wird erreicht, wenn identische Prozesse unterschiedlicher Betriebe miteinander verglichen werden [SIEBERT 1997], wie dies beim Beispielunternehmen aus Kapitel 5 der Fall ist. Nach der Formulierung der fallspezifischen Kennzahlen werden diese möglichst zeitgleich bei den einzelnen Benchmarkpartnern eingeführt, wodurch bereits beim Auftaktprojekt gute Referenzwerte zur Verfügung stehen. Durch die einheitliche Formulierung der dargestellten Kennzahlen, gilt der Prozess mit der größten Fläche als Referenz für Best-Practise.

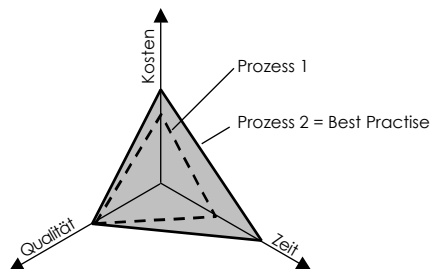


Abb. 4-12: Auswertung des Best-Practise

Weiterführende Informationen zum Thema Benchmark geben u.a. [CAMP 1995] [WILDEMANN 1995] [SIEBERT 1997] [VEITINGER 1997] [HABICHT 1999].

4.4.4 Ableitung des Reorganisationsbedarfs

Mit der dargestellten Kennzahlensystematik wird in dieser Reorganisationsphase das Ziel verfolgt, diejenigen Produktions- und Logistikprozesse zu extrahieren, die aus Sicht des Kunden und des Unternehmens eine wichtige Position einnehmen und ein deutliches Verbesserungspotential bieten. Die Ermittlung des Reorganisationsbedarfs erfolgt anhand der Kennzahlen in quantitativer Form, wodurch im Beispielunternehmen durch den Benchmark der einzelnen Betriebe eine aussagekräftige Potentialabschätzung möglich ist. Die Ausdehnung des Betrachtungsfelds des Benchmarks auf branchenfremde Unternehmen würde die Identifikation von weiteren Verbesserungsansätzen ermöglichen [VEITINGER 1997, S.80]. Sie wird beim Beispielunternehmen derzeit nicht angestrebt, da sich allein in den eigenen Betrieben bereits deutliche Leistungsunterschiede in den Prozessen zeigen.

4.5 Reorganisation der statischen Prozesse

Mit den vorgestellten Arbeitsphasen wurden die bestehenden Prozesse identifiziert und der Reorganisationsbedarf quantitativ ermittelt. Auf dieser Basis kann nun mit der ersten Optimierung der Abläufe begonnen werden. So müssen zunächst die Prozesse an sich reorganisiert werden, bevor die neuen Prozesse und die Produktionsstruktur aufeinander abgestimmt werden.

4.5.1 Restrukturierung der Prozessabfolgen

Die Restrukturierung der Prozesse dient der Ausrichtung auf den Kunden und seiner Einschätzung der Wertschöpfung. Demnach ist nicht entscheidend, wie viel Zeit, Know-How, Material und Arbeit in einem Produkt stecken, sondern ob der Markt diese Werte auch verlangt und honoriert [BÖSENBERG & METZEN 1993, S.99]. Wesentlichen Einfluss auf die Effizienz der Wertschöpfung haben die Prozessschnittstellen. Mit jeder Unterbrechung entstehen potentielle Liegestellen und Irrtumsquellen aufgrund von Abstimmungsproblemen sowie organisatorische Unverantwortlichkeiten für Fehler und Unzulänglichkeiten [OSTERLOH & FROST 1998, S.22]. Als mögliche Ansätze für die Optimierung seien die Adaption, Integration oder Substitution von Prozessschritten genannt, wie dies auch von der ASI-Methode beschrieben wird (siehe Abb. 4-13).

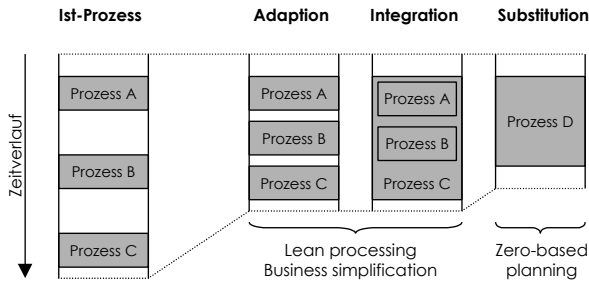


Abb. 4-13: ASI-Methode zur Rationalisierung nach [TÖNSHOFF 1987, S.S-3]

Im Rahmen des ‚Lean Processing‘ oder der ‚Business Simplification‘ wird der Prozess in seiner Ablaufstruktur beibehalten und eine Optimierung durch die Eliminierung von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten oder Doppelarbeiten sowie die günstige Abstimmung aufeinanderfolgender Prozesse erreicht. Ferner können Durchlaufzeitpotentiale durch die Integration, Parallelisierung oder Automatisierung von Tätigkeiten erschlossen werden. Zur Unterstützung dieser Art der Prozessreorganisation kommen die erstellten Prozesspläne (siehe Kapitel 4.2.2) zum Einsatz, die den Anteil der nicht wertschöpfenden Zeiteile berechnen. Meist zeigt sich, dass die eigentliche Bearbeitungszeit im Vergleich zu den Liege- oder Prozesszeiten gering ist. Durch die geforderte Prozesszusammenführung [SERVATIUS 1994, S.27] werden durch die Vermeidung von Schnittstellen diese nicht wertschöpfenden Zeiteile reduziert.

Die Substitution eines bestehenden Prozesses kommt dem ‚zero-based planning‘ gleich. Sie steht in der Produktion und Logistik oft im engen Zusammenhang mit der Einführung von neuen Bearbeitungstechnologien. Für deren Entwicklung können graphische 3D-Kinematiksimulationen zum Einsatz kommen (siehe Kapitel 3.4.1), die noch fiktive Bearbeitungsmechanismen auf ihre Wirksamkeit, Funktionalität und Wirtschaftlichkeit vor der Realisierung überprüfen können.

Die Reorganisation der Prozessabfolgen kann durch Werkzeuge effizient unterstützt werden. Sie ist aber in einem hohen Maße von der Kreativität der gestaltenden Personen abhängig. Deshalb sollten in dieser Phase auch Kreativitätstechniken, wie beispielsweise das Brainstorming oder andere Verfahren, zum Einsatz kommen. Eine detailliertere Übersicht zu diesen Techniken gibt beispielsweise [GOLDSTEIN 1999, S.62].

4.5.2 Anpassung der Produktions- und Logistikstruktur

Die Gestaltung neuer Prozessabfolgen für die Produktion und Logistik erfolgt losgelöst von physikalischen Restriktionen. Deshalb muss im folgenden eine gegenseitige Anpassung der neuen Prozesse und der Produktionsstruktur erfolgen (siehe Abb. 4-14). Die durchgeführte Analyse (siehe Kapitel 3.3) machte deutlich, dass diese Arbeitsphase in den meisten Systematiken keine Berücksichtigung findet. Der Einsatz von konkreten Planungswerkzeugen wurde bei keiner Systematik erkannt. Der Erfolg der neuen Prozesse ist jedoch im starken Maße von seiner strukturellen Umsetzung abhängig, weshalb physikalische Reibungsverluste und Barrieren im Materialfluss aufgezeigt und vor der Implementierung der Prozesse beseitigt werden müssen. Mit einer guten Adaption von Prozess und Produktionsstruktur wird auch Logistikaufwand minimiert.

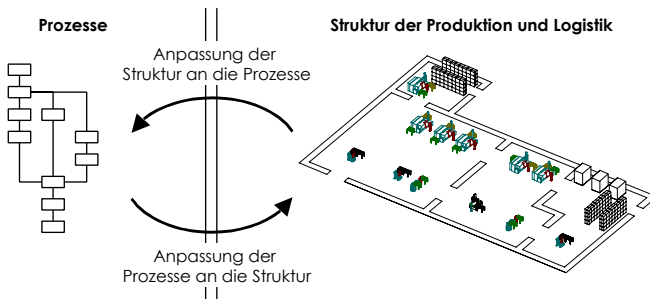


Abb. 4-14: Anpassungsmöglichkeiten von Prozess und Struktur

Anpassung der Struktur an die Prozesse

Die Orientierung einer Produktionsstruktur durch die funktions- und fertigungsgerechte Zuordnung der Betriebsmittel hat sich in den letzten 30 bis 35 Jahren zum Kernstück der Layoutplanung entwickelt [LEHMANN 1996, S.17]. Hierbei steht der Begriff Betriebsmittel für Maschinen bzw. Arbeitsplätze, Maschinen- bzw. Arbeitsplatzgruppen im Rahmen der internen Logistik. Bei Problemstellungen der externen Logistik repräsentiert er Produktionsstätten oder Werke. In der Literatur wird das Arbeitsfeld der Layoutoptimierung auch mit den Begriffen quadratisches Zuordnungsproblem, innerbetriebliche Standortplanung oder optimale Raumverteilung beschrieben.

Theoretische Grundlage

Mit Durchführung einer Layoutplanung wird das Ziel verfolgt, auf einem Grundriss die Betriebsmittel so anzuordnen, dass die durch den Transport verursachten Kosten möglichst gering werden [BAUR 1972]. Setzt man voraus, dass die Entfernung proportional zu den Transportkosten ist, so kann die Optimierungsaufgabe mathematisch durch die Summe der Produkte von Transportmenge m_{ij} und Entfernung s_{ij} aller n Betriebsmitteleinheiten i und j beschrieben werden.

Formel 4-8:
$$K = \sum_{i,j=1}^n m_{ij} \cdot s_{ij} \Rightarrow \text{Minimum}$$

Für die Strategie zum Erreichen des Minimums existieren zahlreiche analytische und heuristische Verfahren, die [LEHMANN 1996, S.18] darstellt.

Konventionelle Methoden der Layoutoptimierung

Aufgrund der aufwendigen mathematischen Berechnungsverfahren werden in der betrieblichen Praxis Layoutoptimierung überwiegend durch Probieren und empirisches Vorgehen gelöst [LEHMANN 1996, S.19]. Üblicherweise wird das zeichnerische Zuordnungsverfahren mit Hilfe von Betriebsmittelschablonen angewendet. Andere Verfahren der Layoutoptimierung sind das Kreis- oder das Dreiecksrasterverfahren. Hierbei wird unter Vernachlässigung des Einflusses der Weglänge über den Kreis oder das Raster nach Anordnungsalternativen gesucht, bei denen Betriebsmittel mit hoher Transportintensität auf benachbarte Positionen platziert werden. Der resultierende Materialfluss wird meist über die Pfeilbreiten visualisiert, die wie im Sankey-Diagramm proportional zur Transportmenge sind.

Für weitere Informationen zu den Verfahren der Layoutoptimierung sei auf [LEHMANN 1996], [KETTNER ET AL. 1984] und [AGGTELEKY 1982] verwiesen.

Rechnergestützte Hilfsmittel

Da die konventionellen Methoden meist einen erheblichen Aufwand für die Datenbereitstellung, -aufbereitung und die Visualisierung des Materialflusses verursachen [LEHMANN 1996, S. 21], stehen heute vielfältige Rechnerwerkzeuge zur Verfügung. Aufgrund der weitgehenden Verbreitung von CAD-Systemen in der Werksplanung setzen viele Layoutplanungssysteme hier auf. Die Art der Unterstützungsfunktionen und deren Automatisierungsgrad differieren jedoch.

Im Ansatz von [LEHMANN 1996] wird neben der Visualisierung auch eine automatische Layoutoptimierung angeboten. Die Komplexität einer automatischen Anordnungsberechnung zeigt sich anhand der möglichen Kombinationen.

Formel 4-9: *Kombinationsmöglichkeiten bei n Maschinen = n!*

Deshalb muss bei größeren Layoutvarianten davon abgesehen werden, dass alle Aufstellungsmöglichkeiten analysiert werden. Vielmehr wird über eine geeignete Strategie der Optimierung versucht, bereits durch wenige Vertauschungen eine Verbesserung zu erzielen. Das Maß der Verbesserung wird quantifiziert über eine logistische Kontrollzahl. Sie entsteht durch die Multiplikation der Transportmatrix mit der Distanzmatrix, die aus dem CAD-System ermittelt wird. Bei der Durchführung der Optimierung kommen verschiedene Optimierungsstrategien zum Einsatz, wobei auch Verschlechterungen der Kontrollzahl innerhalb bestimmter Grenzen akzeptiert werden.

Beurteilung der Optimierungsmaßnahme

Mit der Durchführung von manuellen oder automatischen Layoutoptimierungen wird die Struktur einer Produktion an den Materialfluss und somit an den Prozessen ausgerichtet. Hierdurch werden Betriebsmittelanordnungen gefunden, die eine transparente Produktion der Hauptprodukte mit minimalem Transportaufwand ermöglichen. Die Nebenprodukte können jedoch bei der Optimierung nur bedingt berücksichtigt werden, weshalb ihr Produktionsprozess häufig lange Transportwege aufweist (siehe Abb. 4-15). Zudem sind die Anpassungen des Layouts an den Materialfluss meist mit hohen Umzugskosten verbunden oder, durch standortfixe Betriebsmittel (Transferpressen, Lackieranlagen etc.), sogar verhindert, wodurch diese Methode an ihre Grenzen stößt.

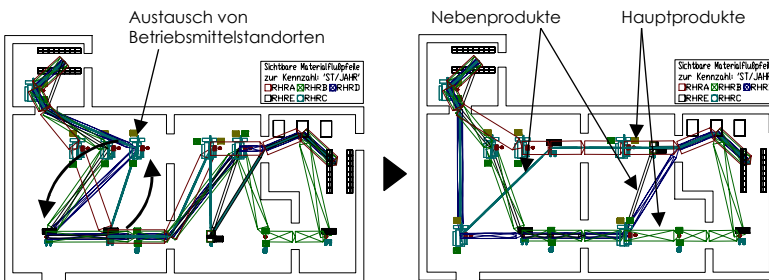


Abb. 4-15: Optimierung durch Anpassung der Struktur an die Prozesse

Anpassung der Prozesse an die Struktur

Im Gegensatz zur Layoutoptimierung wird bei der Anpassung der Prozesse an die Struktur auf physikalische Maßnahmen weitgehend verzichtet. Die Analyse der heutigen Arbeitsplanerstellung (siehe Kapitel 3.2) zeigte, dass bei der gegenwärtigen Planungsmethodik ausgehend von Stücklisten und Konstruktionszeichnungen die Arbeitsvorgangsfolge und die Maschinenauswahl rein über technologische Gesichtspunkte erfolgt. Die Festlegung des Produktions- und Logistikprozesses resultiert hierbei nur implizit. Deshalb wird an dieser Stelle eine Systematik vorgestellt, mit der die Arbeitspläne hinsichtlich ihres Materialflusses, also des Prozesses, optimiert werden können.

Erzeugung von alternativen Prozessabfolgen

Mit der vorgestellten Prozesserhebung (siehe Kapitel 4.2.2) mit dem Erfassungsbogen wird zu jedem Prozessschritt zugleich die eingesetzte Bearbeitungstechnologie definiert. Hierdurch können sogenannte Grobarbeitspläne [DILLING 1990, S.33] aufgebaut werden, indem der Herstellungsprozess eines Produkts rein über die Abfolge der Technologiearten dargestellt wird.

Gleichzeitig wurden für alle Betriebsmittel des Produktionsbereichs die ausführbaren Technologien und die verfügbare statische Kapazität erfasst (siehe Kapitel 4.2.1). So können für den Herstellungsprozess eines Produkts über die Technologiedefinition an jeder Fertigungsstufe alle theoretisch einsetzbaren Betriebsmittel angezeigt werden. Die Anzahl der alternativen Arbeitspläne berechnet sich hierbei aus dem Produkt der einsetzbaren Betriebsmittel m an jeder Fertigungsstufe n des Arbeitsplans.

Formel 4-10:
$$\text{Anzahl alternativer Arbeitspläne} = \prod_{i=1}^n m_i$$

Die exemplarische Umsetzung dieses Algorithmus in einer Datenbank zeigte, dass trotz enger Definition der Technologiegruppen sehr viele variante Arbeitspläne entstehen. Deshalb wurde vorgesehen, dass jedem Betriebsmittel technologische Zusatzinformationen hinterlegt werden, wie beispielsweise Arbeitsraum, Leistungs- und Genauigkeitsdaten, Werkzeuge, Vorrichtungen etc.. So kann zu jedem Optimierungsstadium eine optionale Arbeitsstation sofort wieder ausgeschlossen werden, wenn die vorgesehenen Maschinen technologisch nicht geeignet ist. Ferner kann die Eingabe der erhobenen Prozessabfolgen durch die Technologiedefinition komfortabel unterstützt werden, da mit der Aus-

wahl einer Technologieart die Anzahl die Betriebsmittelliste deutlich reduziert wird und das Gesuchte leichter gefunden werden kann. Die Generierung alternativer Arbeitspläne zu dem eingegebenen Ist-Prozess konnte in der Optimierungsdatenbank weitgehend automatisiert werden.

Auswahl der Prozessabfolgen

Mit der Kopplung der Datenbank mit dem Materialflussplanungstool MATFLOW [LEHMANN 1996] kann für das Produktionslayout automatisch eine Distanzmatrix berechnet werden. Sie beinhaltet die Transportweglängen zwischen jedem Betriebsmittel. Durch ihren Einsatz können in der Datenbank die Materialflusslängen zu jedem alternativen Arbeitsplan berechnet werden. Bei der materialflusstechnischen Optimierung der Arbeitspläne wird mit dem Produkt begonnen, das den höchsten Transportaufwand verursacht. Für die gefundenen alternativen Arbeitspläne werden die Transportwege zwischen den Fertigungsstufen aufaddiert und in einer Graphik gegenübergestellt.

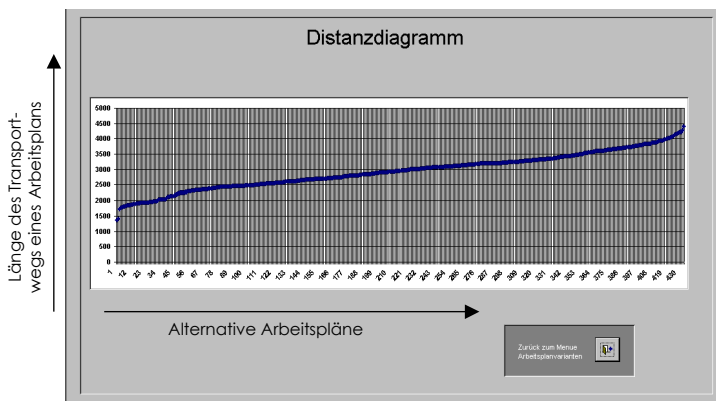


Abb. 4-16: Darstellung der Transportweglängen alternativer Arbeitspläne

Die dargestellte Kennlinie zeigt, dass der Arbeitsplan mit der kürzesten Weglänge (ganz links im Diagramm) um ein Drittel geringeren Transportaufwand verursacht als der ungünstigste Arbeitsplan (ganz rechts im Diagramm). Deshalb wird im nächsten Schritt versucht, einen Arbeitsplan mit möglichst kurzer Transportweglänge zu realisieren. Hierbei werden für die gewählte Prozessabfolge die Bearbeitungs- und Rüstzeiten an jeder Fertigungsstufe

eingetragen, wodurch die Datenbank eine statische Berechnung der verfügbaren Kapazität jeder Arbeitsstation durchführt und ggf. eine Überlastung anzeigt. So ist man automatisch bei unwichtigeren Produkten gezwungen, auf materialflusstechnisch ungünstigere Maschinen auszuweichen.

Die Auswahl der Arbeitspläne mit der kürzesten Transportweglänge bedeutet nicht automatisch, dass auch der wirtschaftlichste Prozess ausgewählt wird. So kann ein teureres Herstellungsverfahren schnell die gewonnen Einsparpotentiale beim Transport wieder aufbrauchen. Eine definitive Aussage kann nur durch eine umfassende Beurteilung aller Prozessfaktoren mit Hilfe der Prozesskostenrechnung erreicht werden. Der Einsatz von statischen Kostenrechnungen geben an dieser Stelle allenfalls eine Orientierungshilfe.

Beurteilung der Optimierungsmaßnahmen

Die Anpassung der Struktur an die Prozesse durch die physikalische Veränderungen hat gezeigt, dass die Betriebsmittel entlang der Wertschöpfungskette der Hauptprodukte aufgereiht werden, woraus eine produktorientierte Fertigungsstrukturierung resultiert. Die Umstellung von Betriebsmitteln zur Prozessoptimierung bei Nebenprodukten kann meist durch die Umzugskosten nicht gerechtfertigt werden. Zudem würde eine solche Maßnahme u.U. eine Verschlechterung anderer Materialflüsse mit sich bringen. Deshalb wird mit der Anpassung der Prozesse an die Struktur versucht, alternative Arbeitsmittel in einem Arbeitsplan vorzusehen, wenn dies eine Verbesserung des Materialflusses nach sich zieht. Zudem können dann auch standortfixe Betriebsmittel in die Optimierung mit aufgenommen werden (siehe Abb. 4-17).

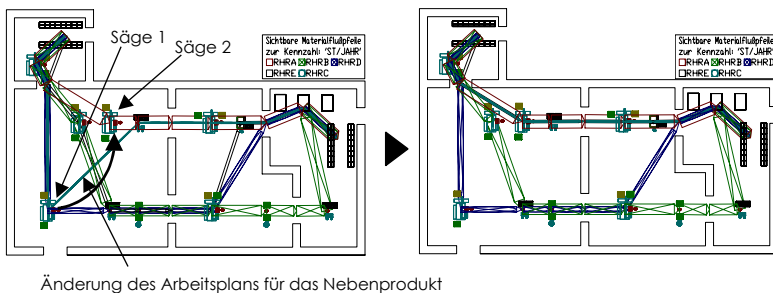


Abb. 4-17: Optimierung durch Anpassung der Prozesse an die Struktur

Kombination der Optimierungsprinzipien

Die Beurteilungen der Optimierungsansätze machten bereits deutlich, dass ihr kombinierter Einsatz ein hohes Nutzpotalential aufweist, um die reorganisierten Prozesse in Produktion und Logistik auch wirkungsvoll umsetzen zu können.

	Anpassung der Struktur an die Prozesse	Anpassung der Prozesse an die Struktur
Optimierungsstrategie:	Austausch von Betriebsmittelstandorten	Verwendung alternativer Betriebsmittel gleicher Fertigungstechnologie
Investitionsaufwand:	Hoch (Umzugskosten Betriebsmittel, Anpassung Fördertechnik etc.)	Gering (evtl. Werkzeuge, Vorrichtungen etc.)
Reaktionszeit:	Mittel- bis langfristig	kurzfristig
Spezielle Eignung:	Aufbau von produktorientierten Strukturen für die Hauptprodukte	Optimierung des Materialflusses bei standortfixen Betriebsmitteln und Nebenprodukten

Abb. 4-18: Kombination der Optimierungsansätze

Die Wirkrichtung beider Ansätze ist der Aufbau von möglichst produktorientierten Produktions- und Logistikstrukturen. Für die Einbeziehung funktionaler Aspekte, wie z.B. das Spezialwissen über Fertigungstechnologien oder die Berücksichtigung von unteilbaren Maschinenkapazitäten, sei auf den Ansatz von [HIRSCHBERG 2000] verwiesen. Jedoch wird auch hier die Zuordnung einzelner Betriebsmittel zu einem Herstellungsprozess als Fixum betrachtet.

4.6 Optimierung der dynamischen Einflussfaktoren

Die Reorganisation der Prozesse zielt auf die statische Optimierung der Abfolgen und deren Integration in Produktions- und Logistiksysteme ab. Hierbei werden Stückzahlerwartungen über einen längeren Zeitraum zugrundegelegt. Kurzfristige Absatzschwankungen (siehe Kapitel 1.1) oder saisonale Effekte werden hierbei nicht betrachtet [LEHMANN 1996, S.27]. Aber gerade durch die Berücksichtigung der dynamischen Einflüsse können in den neuen Prozessen weitere Optimierungspotentiale lokalisiert werden. Zudem hat die zeitliche Abhängigkeit von Absatzverhalten, Produktion und Logistik Auswirkungen auf den Ressourceneinsatz, wie beispielsweise Personal, Betriebsmittel oder auch Lagerkapazitäten. Über diese Faktoren müssen detaillierte Informationen vor der Reali-

sierung gewonnen werden und in die Feinplanung einfließen. Letztlich muss für die spätere Bewertung der neuen Prozesse eine quantitative Entscheidungsbasis geschaffen werden, um die Auswahl der geeignetsten Lösungsansätze sicherzustellen und fundierte Zielvorgaben formulieren zu können.

Hier kommen die signifikanten Vorteile der Prozesssimulation zum Tragen, mit denen die Auswirkungen der anstehenden Veränderungen quantitativ bewertet werden können [ANGELI 1996] [REITHOFER 1997, S.59]. Zudem lassen sich bei der Suche eines Optimums beliebig viele Parameter variieren und deren Auswirkungen praxisnah untersuchen [FELDMANN & REINHART 1999, S.35].

4.6.1 Einsatzvorbereitungen am Simulationsmodell

Für die Analyse der neuen Prozesse muss zunächst das Simulationsmodell aktualisiert werden. Durch den Einsatz von automatischen Datenschnittstellen sowie modulorientierten Simulationswerkzeugen kann der Aufwand für die Abbildung geänderter Prozessabfolgen minimiert werden [FELDMANN & REINHART 1999, S.51].

Bei der sich anschließenden Optimierung der Produktion und Logistik im Simulationsmodell stehen vielfältige Ansätze zur Verfügung. Aufgrund der teilweise komplexen Wirkzusammenhänge müssen die einzelnen Maßnahmen jedoch isoliert im Simulationsmodell implementiert werden, um deren tatsächliche Auswirkung auf das Gesamtsystem eindeutig interpretieren zu können. Deshalb müssen für eine fundierte Ergebnisauswertung meist sehr vielfältige Experimente durchgeführt werden. Bei der Variation von Feineinstellungen im Modell sollte zudem immer geprüft werden, welche Parameter ergebnisrelevant sind und in welcher Breite sie variiert werden dürfen, damit die Ergebnisse auf die Realität übertragbar bleiben [PFEIFER 1993] [FELDMANN & REINHART 1999, S.23].

4.6.2 Gestaltungsansätze für die dynamische Optimierung

Die Entwicklung von Gestaltungsansätzen ist sehr vielfältig und meist auch fallspezifisch. Nicht zuletzt ist die Erarbeitung eines Gesamtoptimums von der Erfahrung des Simulationsanwenders abhängig. Deshalb werden nachfolgend einige Gestaltungsansätze aufgezeigt, die in der Praxis, meist iterativ, durchlaufen werden.

Nach der statischen Optimierung der Prozessabfolgen (siehe Kapitel 4.5.1) und ihrer wechselseitigen Anpassung mit der Produktionsstruktur (siehe Kapitel 4.5.2) liegen kurze und materialflusstechnisch günstige Abläufe vor. Doch insbesondere bei der Nutzung gemeinsamer Kapazitäten durch unterschiedliche Prozesse oder bei zeitlich nicht konstanten Absatzverhalten ist die Leistung des Gesamtsystems im hohen Maße von der eingesetzten Steuerungsstrategie abhängig.

Steuerungsstrategien für Produktion- und Logistiksysteme

Die Optimierung der Steuerungsstrategie von Prozessen gestaltet sich bei komplexen Produktions- und Logistiksystemen meist schwierig. Insbesondere auch deshalb, da für unterschiedliche Produkte auch alternative Mechanismen eingesetzt werden können. Hier zeigt sich der deutlichste Vorteil der modellhaften Beschreibung der Prozesse in der Simulation. So können experimentell vielfältige Steuerungsszenarien entwickelt und ihre Auswirkungen auf Durchlaufzeit, Ressourceneinsatz und Bestand quantifiziert werden.

Als einer der einfachsten Mechanismen gilt das Fortschrittszahlenkonzept, das insbesondere bei konstantem Verbrauch und geringer Fertigungstiefe eine ausreichende Genauigkeit bietet. Durch den Vergleich einer vorgegebenen kumulierten Soll-Produktionsmenge mit der tatsächlichen Ist-Menge kann erkannt werden, ob sich die Produktion im Vorlauf oder im Rückstand befindet. Auch in der Simulation kann dieser Steuerungsmechanismus sehr einfach abgebildet werden, indem jede Produktionseinheit konstant Aufträge abarbeitet, ohne auf dynamische Veränderungen der Vorgaben zu reagieren.

Treten jedoch beispielsweise Absatzschwankungen oder Störungen im Produktionsfluss auf, so bietet Kanban eine wesentlich höhere Flexibilität. Bei einer ausreichenden Dimensionierung der Zwischenpuffer können auch bei hohen Fertigungstiefen homogene und transparente Regelkreise aufgebaut werden. Die Nachproduktion einzelner Sachnummern steuert sich durch das Pull-Prinzip anhand des tatsächlichen Bedarfs, wodurch sich oftmals Bestände deutlich reduzieren lassen. Durch den Einsatz der Simulation kann die Anzahl der notwendigen Kanban-Karten und der sich einstellenden Pufferstände exakt unter dynamischen Bedingungen determiniert und auch Ein- und Aussteuerung von Kanban-Karten untersucht werden.

Bei starken Absatzschwankungen und hoher Varianz stößt das Kanban-Konzept zunehmend an seine wirtschaftlichen Grenzen und die Vorteile der Steuerung nach dem diskreten Bedarf (MRP) kommen zunehmend zum Tragen. In weitgehend zentralisierten Rechnerkonzepten (PPS-Systeme) wird basierend auf dem geplanten Primärbedarf ein prognostizierter Produktionsprozess unter Berücksichtigung aller notwendigen Kapazitäten (Maschinen, Personal, Werkzeuge etc.) errechnet. In den entsprechenden Rückwärts- bzw. Vorwärtsterminierungen wird ausgehend von einem Produktionsendtermin bzw. –starttermin die Produktionsabfolge vorgeplant und der Ressourceneinsatz gesteuert.

Treten innerhalb der Prozesse unplanmäßige Unterbrechungen oder Schwankungen auf, so bietet eine engpassorientierte Auftragsfreigabe (BOA) gegenüber dem starren MRP deutliche Bestands- und Durchlaufzeitvorteile. Mit der Orientierung an aktuellen Auftragsbeständen in der Produktion bei der Auftragsfreigabe wird versucht, die Durchlaufzeit und Bestände gering zu halten. Demnach werden nur Aufträge freigegeben, deren Herstellungsprozess über Arbeitsstationen mit niedrigen Auftragsbeständen führt. Aufträge, die einen bereits bestehenden Engpass weiter belasten, werden zurückgehalten. Bei konstanten Engpässen werden Aufträge über den Engpass vorwärts terminiert, die übrigen werden über die Rückwärtsterminierung eingelastet. Durch die Abbildung dieser teilweise komplexen Steuerungsregeln in der Simulation können die Bestands- und Durchlaufzeitpotentiale vorab quantifiziert und die Regeln fallspezifisch verfeinert werden.

Die optimalste Ressourcennutzung insbesondere bei hoher Variantenvielfalt verspricht die „Just in Time“ oder „Just in Sequenz“ Steuerung, die jedoch auch den höchsten Investitionsbedarf erfordert. Die zeitsynchrone Anlieferung erfolgt über einen bidirektionalen Datenaustausch zwischen Kunden und Lieferanten zum tatsächlichen aktuellen Bedarf. Über die Abbildung dieses Steuerungsmechanismus in der Simulation kann auch hier vor der Einführung quantifiziert werden, wie hoch der monetäre Nutzen solcher Systeme gegenüber einfacheren Steuerungsmechanismen mit niedrigen Investitionskosten ist.

In der nachfolgenden Abbildung werden nochmals wesentliche Vor- und Nachteile sowie Voraussetzungen zusammengefasst. Wie bereits eingangs erläutert wurde, ist die Entwicklung einer optimalen Gesamtsteuerung fallspezifisch und kann durch die experimentelle Erprobung im Simulationsmodell unter dynamischen Bedingungen quantitativ bewertet werden.

4 Entwicklung einer Reorganisationssystematik für Produktion und Logistik

	Beurteilung	Voraussetzungen
Fortschrittszahlen	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Einfach, transparent ⊕ Abrufänderungen können direkt übernommen werden ⊖ Hohe Fertigungstiefe schränkt Transparenz ein ⊖ Bei Ressourcenmehrfachverwendung nur bedingt Planung möglich ⊖ Geringe Flexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Enge Beziehung zwischen Kunden und Lieferanten • Fließfertigung mit relativ konstanten Materialbedarf • Geringe Anzahl von Varianten
Kanban	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Kurze Durchlaufzeit ⊕ Kontrolliert niedrige Bestände ⊕ 100%-ige Lieferfähigkeit ⊖ Termin- u., Kapazitätsplanung nur bedingt möglich ⊖ Empfindlich gegenüber Produktionsschwankungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Nur begrenzte Variantenvielfalt abbildbar • Nahezu konstante Primärbedarf erforderlich, da Schwankungen zu Bestandsaufbau führen • Flexibilität und Motivation der Mitarbeiter erforderlich • Automatische Qualitätskontrolle im Fertigungsprozess
Materialbedarfssteuerung (MRP)	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Gute Abbildung kundenspezifischer Aufträge ⊕ Klare Vorgabe von Aufträgen je Fertigungsstufe ⊕ Gezielte Steuerung der Bestände möglich ⊖ Aufwendige Hardware und hoher Rechenaufwand ⊖ Lange Einfügungszeit und hoher Pflegeaufwand ⊖ Geringe Flexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Präzise Kapazitätsauslastungsplanung mit Durchlaufzeiterminierung • Überwindender Einsatz bei hoher Produktvarianz • Gut planbare Prozesse • Hohe Liefertreue gegenüber dem geplanten Prozess
Belastungsorientiert Auftragsfreigabe (Engpasssteuerung)	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Min. Durchlaufzeit, geringe Umlaufbestände ⊕ Gute Übersicht ⊖ Freigabe nur wenn Aufträge einlastbar ⊖ Steuerungsparameter nicht exakt berechenbar ⊖ Schwierige Verfolgung eines „wandernden Engpasses“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibler örtlicher und zeitlicher Personaleinsatz • Kapazität und Belastung an jeder Fertigungsstufe bekannt • Änderung der Auftragstermine bei Kapazitätsengpässen • Steuerungsphilosophie ist, dass Engpass die Produktion steuert
Just in Time	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Hohe Terminalsicherheit, hohe Kundenzufriedenheit ⊕ Niedrige Durchlaufzeit und niedrige Bestände ⊕ Niedrige Flächenbindung ⊕ Hohe Transparenz ⊖ Hoher Steuerungsaufwand ⊖ Geringe Flexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Konsequente Informationskopplung von Kunden und Lieferanten • Feste Lieferantenbindung • Hohe Vorhersagegenauigkeit der Liefermengen und -sequenzen • Synchronisation von Material- und Informationsfluss • Philosophie: Montage steuert die Produktion

Abb. 4-19: Einsatzcharakteristika alternativer Steuerungskonzepte

Die dargestellten Ansätze geben einen guten Querschnitt der derzeit eingesetzten Steuerungssysteme für Produktion und Logistik wieder. Keines von ihnen kann als Patentrezept verstanden werden. Ihr Einsatz ist immer abhängig von fallspezifischen Faktoren. Meist müssen in der Praxis verschiedene Strategien zu einem eigenen, auf das Unternehmen abgestimmten, Gesamtkonzept zusammengeführt werden. Nachfolgende Graphik verdeutlicht die primären Nutzungsschwerpunkte der vorgestellten Steuerungssysteme.

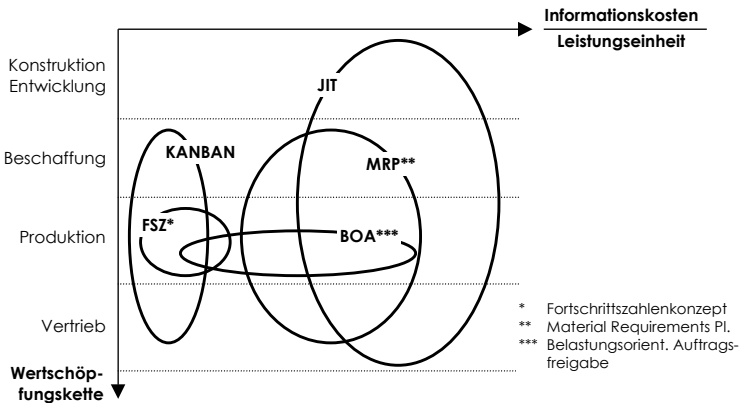


Abb. 4-20: Positionierung der Steuerungsansätze für Produktion und Logistik nach [VDI 1991, S.13ff] [WARNECKE 1993, S.124]

Feinplanung der Kapazitäten

Neben der Steuerung des Zusammenspiels der Produktion und Logistik hat ein ausgewogener Kapazitätseinsatz unmittelbaren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems. Sie äußert sich u.a. in Durchlaufzeit, Beständen, Liefertreue des Produktionsprozesses sowie in der Produktivität der eingesetzten Ressourcen. Die Darstellung des Zusammenhangs kann jedoch ebenfalls nicht über statische Berechnungen erfolgen. Deshalb führt die Auslegung, zusammen mit einem sicherheitsbehafteten Denken, oftmals zu einer Überdimensionierung der Systeme [LEHMANN 1996, S.28].

Zur Vermeidung von überhöhten Investitionen oder unnötigen Folgekosten erfolgt die detaillierte Auslegung der Kapazitäten anhand des Simulationsmodells.

Mit ihm ist es möglich, die Auswirkung bei der Veränderung von Parameter der aktiven Betriebsmittel auf die passiven Betriebsmittel darzustellen (siehe Abb. 4-21). Das Zusammenwirken der Kapazitäten von Personal, Produktionsmittel (z.B. Maschinen, Arbeitsplätze), Produktionshilfsmittel (z.B. Werkzeuge, Vorrichtungen), Transportmittel (z.B. Kran, Stapler, Förderer), Transporthilfsmittel (z.B. Behälter, Paletten) und Informationssystemen (z.B. Terminals) bestimmt zusammen mit der Steuerungsstrategie die zeitliche Abfolge der Produktions- und Logistikprozesse, aus denen die Auslegung der passiven Betriebsmittel resultiert.

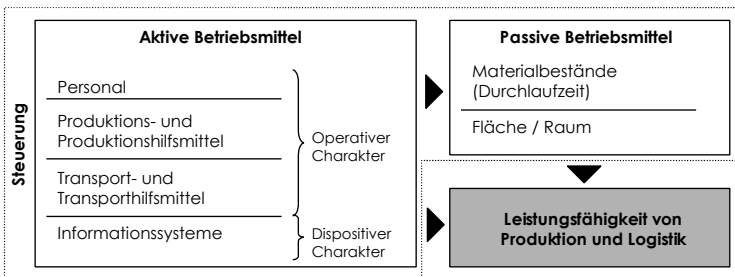


Abb. 4-21: Einflussfaktoren der Leistungsfähigkeit von Produktion und Logistik

4.6.3 Auswertung der Ergebnisse

Als Ergebnis eines Simulationslaufs resultiert eine große Datenmenge. So werden die Daten in der Regel sequentiell, d.h. zeitorientiert, aus dem Simulationslauf herausgeschrieben und müssen im nachfolgenden ausgewertet werden. Typische Darstellungen sind deshalb Zeitverläufe für Auftragsdurchlaufzeiten, Termintreue, Auslastungen der aktiven Betriebsmittel sowie Bestände.

Im Hinblick auf die spätere Entscheidung, welche Prozesse mit welchen Einflussfaktoren realisiert werden sollen, werden die Daten weiter zu den Kennzahlen verdichtet, die auch bei der Analyse der Ist-Prozesse angewendet wurden. Entscheidend für die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse ist es deshalb, dass das angewendete Simulationsmodell in der Lage ist, die Ist-Situation korrekt wiederzugeben (siehe Kapitel 4.3.3). So kann die potentielle Verbesserung aus der Kennzahlveränderung in der Simulation abgeleitet werden.

4.7 Bewertung und Transfer der Ergebnisse

Mit der aufgezeigten Reorganisationssystematik werden in zwei Arbeitsphasen alternative Lösungsansätze entwickelt. So werden bei der Reorganisation der Prozesse (Kapitel 4.5) unterschiedliche Abläufe definiert, für die vielfältige Maßnahmen zur Prozess- und Strukturanpassung ergriffen werden können. Die eingesetzten Planungswerkzeuge, der Prozessfassungsbogen bei der Prozessgestaltung sowie die Logistikkennzahl für die gegenseitige Anpassung von Prozess und Struktur, ermöglichen nur eine Bewertungsorientierung. Mit ihr kann im frühen Planungsstadium die Anzahl an Varianten begrenzt werden, eine Festlegung auf einen Lösungsansatz darf allein durch diese Kennzahl nicht erfolgen. Für die zugelassenen Maßnahmen werden bei der Optimierung der Einflußfaktoren, der zweiten Optimierungsphase (Kapitel 4.6), weitere Lösungsansätze für die Steuerung und die Auslegung der Kapazitäten gefunden.

Mit der Vielzahl von Ansätzen werden im folgenden unterschiedliche Migrationsstrategien entwickelt. Ziel der Bewertung ist es, diejenigen mit den besten Erfolgsaussichten zu bestimmen [FELDMANN & REINHART 1999, S.67].

4.7.1 Entwicklung von Migrationsstrategien

Durch die isolierte Bewertung in der Simulation (siehe Kapitel 4.6.1) kann jede einzelne Maßnahme hinsichtlich der Prozesskennzahlen der Ist-Situation bewertet werden. In der tabellarischen Zusammenfassung, der sogenannten Maßnahmenliste, werden die Einzelmaßnahmen inhaltlich logisch geordnet und ihr Investitionsbedarf sowie ihre qualitative und quantitative Verbesserung erfasst. Die quantitativen Kriterien dokumentieren die Auswirkung auf die Durchlaufzeit, Fläche, Produktivitätssteigerung im produktiven und logistischen Bereich sowie auf die Qualität.

Auf Basis der Maßnahmenliste erfolgt die Entwicklung alternativer Migrationsstrategien, indem vielversprechende kombinierbare Einzelmaßnahmen herausgegriffen und zusammengefasst werden. Hierbei erweist es sich in der Praxis als sehr hilfreich, die globalen Unternehmensziele in die Migrationsentwicklung mit einzubeziehen. So können eine primäre Ausrichtung auf Kosten oder Durchlaufzeit zu sehr unterschiedlichen Einzelmaßnahmen und Migrationkonzepten führen. Die Berücksichtigung der Unternehmensziele erfolgt über die organisatorische Komponente des Ansatzes, auf die in Kapitel 4.8 eingegangen wird.

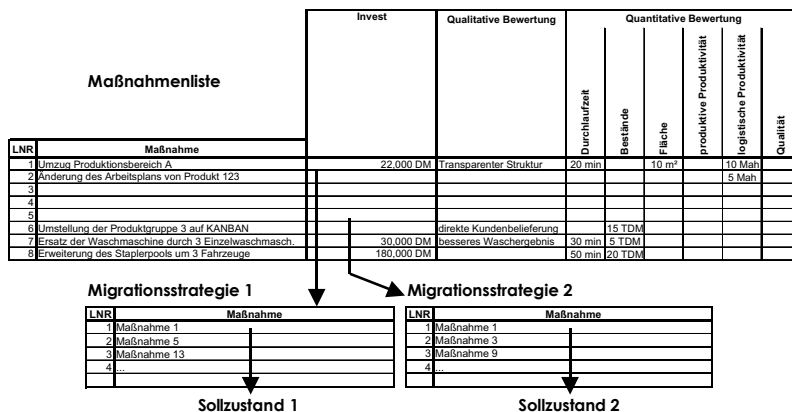


Abb. 4-22: Entwicklung von Migrationsstrategien

4.7.2 Bewertung der Migrationsstrategien

Problematik der Zielbewertung

Mit dem Einsatz der Simulationstechnik als Bewertungsmedium werden sehr vielfältige Aussagen über ein noch fiktives Produktions- und Logistikkonzept gewonnen. So können die Auswirkungen alternativer Maßnahmen und Migrationsstrategien auf die Prozesskennzahlen quantifiziert werden, die als Ordnungssystem sich an den drei Determinanten Kosten, Zeit und Qualität orientieren. Aufgrund des Paradigmenwechsels bezüglich der Zielkriterien [EVERSHEIM & FUHLBRÜGGE 1993], muss die Beurteilung und Optimierung der Migrationsstrategien an allen Kennzahlen erfolgen [SKUDELNY 1994, S.94]. Die Abhängigkeit der Kennzahlen voneinander kann in drei Fälle unterschieden werden [SYSKA 1990]. Sie können aufeinander komplementär wirken, d.h. sich begünstigen, zueinander in Konkurrenz stehen oder sich neutral verhalten.

Eine eindeutige Beurteilung der Gesamtwirtschaftlichkeit kann also gerade bei konkurrierenden Effekten anhand der unterschiedlichen Prozesskennzahlen nicht erfolgen. Dies wird erst möglich, wenn Zeit, Kosten und Qualität in ihren tatsächlichen wirtschaftlichen Nutzen transferiert werden [FELDMANN 2001].

Theorie der Kostenrechnungsverfahren

Die Beurteilung von Planungsalternativen anhand ihrer Kostensituation erfolgt im klassischen Sinne mit der Investitionskostenrechnung [DILLING 1990, S.2] [STEINFATT 1990]. Ihre Verfahren systematisieren sich nach der Zeitberücksichtigung (siehe Abb. 4-23). Während die statischen Verfahren häufig für einen kurzen Zeitraum mit gemittelten Kosten und Leistungen rechnen, berücksichtigen die dynamischen die exakten Zeitpunkte der Kapitalflüsse, und zwar von Beginn einer Investition bis zur Desinvestition [HEINEN 1991, S.919].

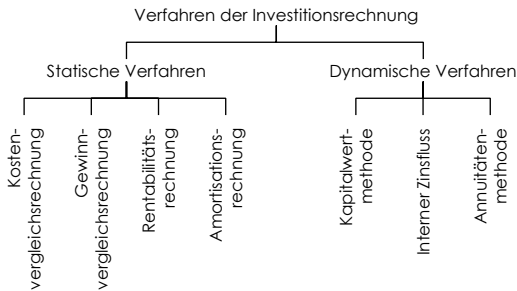


Abb. 4-23: Verfahren der Investitionsrechnung [HEINEN 1991, S.919]

Aufgrund der praktischen Anwendung und einfachen Handhabbarkeit sind die statischen Verfahren weit verbreitet. So werden bei Ersatz- und Rationalisierungsinvestitionen häufig Kostenvergleiche oder, bei nicht gleichen Erträgen, Gewinnvergleiche durchgeführt. Beide Verfahren besagen aber nichts über die Verzinsung des eingesetzten Kapitals, was Gegenstand der Rentabilitätsrechnung ist, sowie über den Zeitraum der Rückgewinnung des Kapitaleinsatzes, d.h. ihrer Amortisation. Gegenüber den statischen Berechnungen werden bei den dynamischen Verfahren die Ein- und Auszahlungsreihen je Rechnungsperiode des Nutzungszeitraums einer Investition ermittelt und gegenübergestellt. So betrachtet die Kapitalwertmethode alle abgezinsten Einnahmen und Ausgaben einer Investition über ihren Nutzungszeitraum. Mit der Berechnung des internen Zinsflusses kann weiter die Investition mit einer Geldanlage verglichen werden. Gleiches ermöglicht auch die Annuitätenmethode, die im Unterschied zur Kapitalwertmethode nur auf eine Nutzungsperiode begrenzt ist. So kann die Wirtschaftlichkeit alternativer Investitionen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer gegenübergestellt werden.

Aufgrund der langen Nutzungsdauer von Produktions- und Logistiksystemen und den typisch un stetigen Ein- und Auszahlungsreihen, sollte nach übereinstimmender Meinung der Literatur dynamische Verfahren der Investitionsbeurteilung den Vorzug bekommen [LORENZEN 1997, S.39].

Grundvoraussetzung aller Verfahren ist aber, dass die Kosten für eine Planungsalternative hinreichend genau berechnet werden können. Typische Kostenfaktoren sind Personal, Betriebsmittel (Produktion und Logistik), Material, Information und sonstige Kosten [SKUDELNY 1994, S.51]. Hierbei werden in der Praxis meist die allgemein anfallenden Kosten, wie beispielsweise Gebäude oder auch Transport, über allgemeine Zuschlagssätze den direkten Kosten zugeordnet [KÖHLER 1997]. Jedoch hat die gestiegene Komplexität von Produkten, Produktionssystemen und Organisationsstrukturen [MILBERG 1994] zu einer deutlichen Zunahme der Gemeinkosten beigetragen [LORENZEN 1997, S.2].

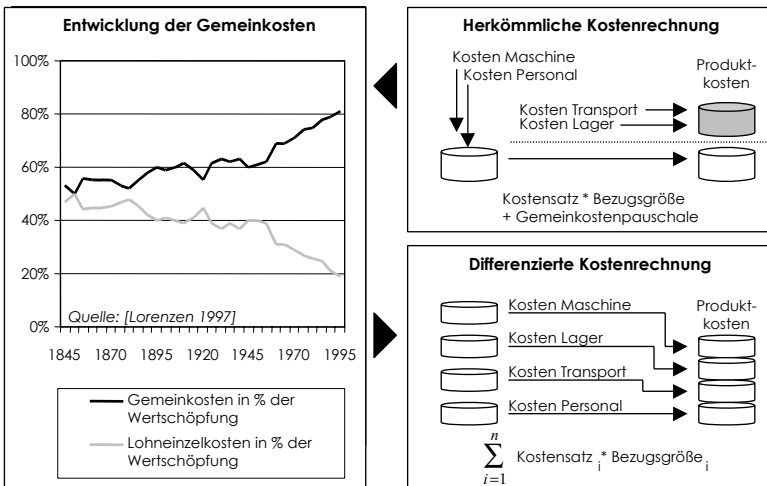


Abb. 4-24: Auswirkung der Gemeinkostenentwicklung auf die Kostenrechnung

Durch die Reduktion auf nur eine Bezugsgröße in der herkömmlichen Kostenrechnung wird eine Reihe von Kosten pauschal über die Gemeinkosten zugeordnet. Durch den Anstieg des Automatisierungsgrads, flexiblerer Produktionssysteme sowie den Rückgang der Akkordentlohnungen sind die Gemeinkosten deutlich angestiegen. Mit der Differenzierung der tatsächlichen Unter-

nehmensfunktionen innerhalb der Wertschöpfungskette und der Bestimmung von ressourcenspezifischen Verbrauchsfaktoren und Bezugsgrößen werden im Rahmen der differenzierten Kostenrechnung bereits zahlreiche Kosten den Produkten verursachungsgerecht zugeordnet [RAUH 1998, S.47]. Eine weitere Auflösung des Gemeinkostenblocks wird durch die Prozesskostenrechnung angestrebt, indem auch die Leistungen der indirekten Bereiche in Prozesse zerlegt und die Kosten produktspezifisch zugeordnet werden [WILDEMANN 1995].

Da erfahrungsgemäß viele Reorganisationsmaßnahmen, insbesondere im Bereich der Logistik [VEITINGER 1997, S.195], sich auf meist typische Gemeinkosten auswirken, so muss die quantitative Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterschiedlicher Migrationsstrategien auf Basis der Prozesskosten durchgeführt werden. Ihr Einsatz bei Reorganisationen ist derzeit aber eher gering. Die Ursachen liegen einerseits im hohen Aufwand zur Bildung von Bezugsgrößen, gerade im indirekten Bereich [MÜLLER 1993]. Andererseits erweist sich die Prozesskostenrechnung bei den nicht stetigen Prozessen der Produktion und Logistik als schwierig, da die Prozesszeiten stark von der aktuellen dynamischen Auslastung abhängig sind. Letztlich können mit statischen Rechenmethoden die notwendigen Basisdaten für fiktive Prozesse nicht mit vertretbarem Aufwand ermittelt werden.

Simulationsgestützte Prozesskostenrechnung

Im Gegensatz zu den statisch, produktorientierten Berechnungsmethoden sind Simulationssysteme geeignet, die zur Anwendung von Bewertungsmethoden der Investitions- und Kostenrechnung notwendigen detaillierten Ablaufinformationen zur Verfügung zu stellen [LORENZEN 1997, S.47] [RAUH 1998, S41] [FELDMANN 2001]. Da im Modell alle Basiselemente hinterlegt sind, kann während eines Simulationslaufs für jeden Produktionsauftrag die Inanspruchnahme von Ressourcen protokolliert werden. Im direkten Bereich erfolgt dies anhand der Werkstücke, im indirekten Bereich anhand der Aufträge. Zudem wird über den Simulationslauf die tatsächliche Auslastung der Betriebsmittel erfasst. Hierdurch können Kostensätze ermittelt werden, die sich am ‚echten‘ Nutzungsgrad orientieren. Am Ende der Simulation werden die tatsächlichen Kosten über die protokollierten Belegungen den Produkten verursachungsgerecht zugeordnet [SKUDELNY 1994, S.62]. Das Ergebnis ist ein differenziertes Abbild der Kostenverteilung auf die betrachteten Werkstücke in Form von zeitbezogenen Wertzuwachskurven [LORENZEN 1997, S.69] [RAUH 1998, S.44].

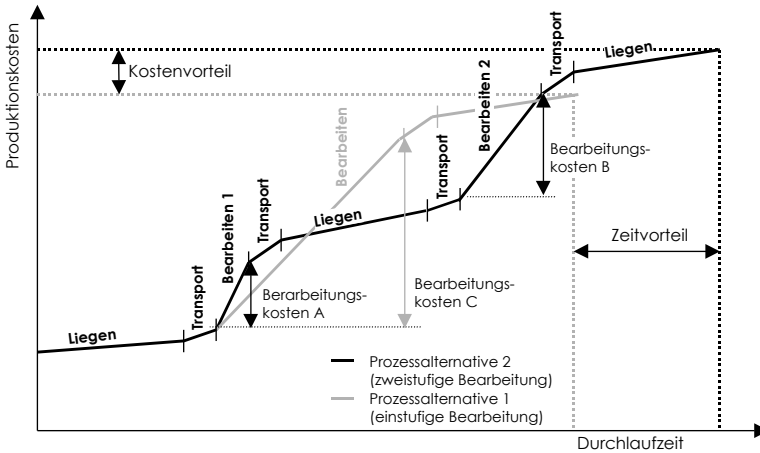


Abb. 4-25: Auswertung der simulationsgestützten Prozesskostenrechnung

Mit der Hinterlegung der kostenbestimmenden Faktoren in der Simulation für die aktiven und passiven Betriebsmittel (Wiederbeschaffungswert, Nutzungsdauer, Betriebs-, Instandhaltungskosten), das Personal (Löhne, Gehälter), die Produkte (Materialkosten) und das Kapital (kalkulatorische Zinsen, Abschreibungsdauer) können an jeder Bearbeitungsstufe die anfallenden Kosten ausgewertet werden [RAUH 1998, S.42]. Durch die weitgehend standardisierbare Berechnungsmethode kann die Ableitung der Wertschöpfungskurven vollständig automatisiert werden. Hierdurch können die Alternativen auch unter variierenden Planungsannahmen mit vertretbarem Aufwand untersucht werden [LORENZEN 1997, S.42].

Mit dem Vergleich unterschiedlicher Produktions- und Logistikprozesse anhand der Wertschöpfung der Produkte wird auch das duale Optimierungspotential transparent [RAUH 1998, S.42]. Im oben dargestellten Beispiel zeigt sich, dass der einstufige Bearbeitungsprozess eine längere und teurere Bearbeitung erfordert als die zwei separaten Bearbeitungen. Die klassische Zuschlagskalkulation würde die zweistufige Bearbeitung favorisieren, da die Bearbeitungskosten geringer ausfallen ($A+B < C$) und alle sonstigen Kosten über die Gemeinkosten gleich verteilt werden. Mit der Betrachtung der Prozesskosten wird allerdings transparent, dass die einstufige Bearbeitung die tatsächlich wirtschaftlichere ist, sowohl auf der Kosten- als auch auf der Zeitachse.

4.7.3 Planung der Realisierung

Mit dem quantitativen Investitionsvergleich von Planungsalternativen anhand ihrer tatsächlichen Prozesskosten wird die Auswahl der wirtschaftlichsten Reorganisation sichergestellt. So muss im folgenden die gewählte Migrationsstrategie in einen ausführlichen Maßnahmenkatalog überführt werden. Er beinhaltet die Einzelmaßnahmen in der zeitlichen Abfolge ihrer Realisierung, die genaue Beschreibung einzelner Meilensteine (zeitbezogene Zwischenziele) und die zu überwachenden Indikatoren zur Beurteilung der Zwischenzielsetzung [FELDMANN & REINHART 1999, S.25 und S.72].

4.7.4 Controlling der Implementierung

Mit der Quantifizierung jeder Einzelmaßnahme durch die Simulation stehen im Rahmen der Realisierung berechnete Zielvorgaben zur Verfügung. So zeigt sich in der Praxis, dass diese Vorgaben (Entitlement) sowohl von Betriebsleitung als auch von den Prozessausübenden und dem Betriebsrat als erreichbar akzeptiert werden. So wird während der Realisierung die Verbesserung in den Prozesskennzahlen gemessen und in den Bereichen visualisiert.

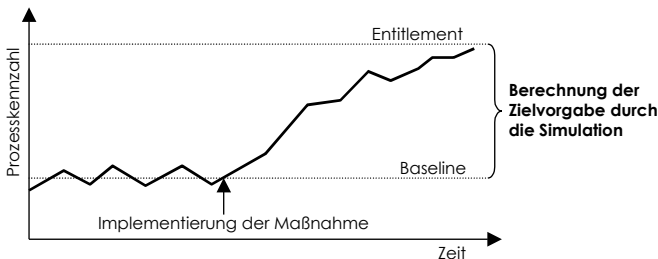


Abb. 4-26: Zielvorgaben bei der Prozessimplementierung

Stellen sich die Zielvorgaben als nicht erreichbar dar, da sich Planungsparameter verändert haben oder Prognosen nicht erfüllt werden, so können mit dem Simulationsmodell neue Vorgaben oder Maßnahmen ermittelt werden.

Für weitere Informationen zur simulationsgestützten Regelung von Migrationsprozessen wird auf die Arbeiten [MÖßMER 1998] [FELDMANN & REINHART 1999, S.55 ff] verwiesen.

4.8 Organisatorische Integration des Ansatzes

Für Umsetzung von Reorganisationsmaßnahmen stehen zwei grundsätzliche Ansätze zur Verfügung. So können Veränderungen in einer ‚Top-Down‘-Strategie vom Management angeordnet werden (‚Bombenwurfstrategie‘) oder mit den betroffenen Mitarbeitern zusammen erarbeitet und umgesetzt werden. Typischer Vertreter der ersten Strategie ist der Business-Reengineering-Ansatz nach [HAMMER & CHAMPY 1994]. Sie gehen von einer Erarbeitung der Maßnahmen in einem kleinen Reengineering-Team aus, das die Implementierung im Unternehmen durch Anweisungen an die Belegschaft delegiert. Eine Vielzahl an Erfahrungsberichten belegt jedoch, dass hierbei mit erheblichen Umsetzungsschwierigkeiten zu rechnen ist. So werden Zahlen genannt, dass 60-70% der Reengineering-Projekte am internen Widerstand scheitern [OSTERLOH & FROST 1998, S.231] [SERVATIUS 1994, Vorwort], was auch von den Urhebern des Ansatzes eingeräumt wird [HAMMER & CHAMPY 1993, S.200]. Zur Überwindung der psychologischen Barrieren [FELDMANN & REINHART 1999, S.25], die in allen Hierarchieebenen auftreten (siehe Kapitel 3.3.3), werden bei der ‚Bottom-Up‘-Methode die prozessausübenden Mitarbeiter so früh wie möglich in die Reorganisation mit einbezogen [WARNECKE 1993, S.241]. So können wichtige Anregungen aus der Praxis in die Neugestaltung der Prozesse einfließen und die Widerstände und Akzeptanzprobleme während der Umsetzung reduziert werden [OSTERLOH & FROST 1998, S.235].

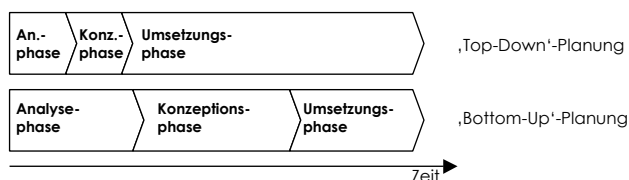


Abb. 4-27: Phasen in Reorganisationsprozessen [OSTERLOH & FROST 1998]

In der Praxis zeigt sich jedoch, dass beide Wirkrichtungen sehr effektiv miteinander kombiniert werden können. So erfolgt über die ‚Top-Down‘-Planung die Vorgabe der Unternehmensziele und der Rahmenbedingungen der Reorganisationsmaßnahmen. Die konkrete inhaltliche Ausgestaltung wird aber von unten gemeinsam mit den Betroffenen umgesetzt [OSTERLOH & FROST 1998, S.238] [HENN & KÜHNLE 1996] [BRUHN 1992].

Auch für die Durchführung von simulationsgestützten Reorganisationen bietet der kombinierte Einsatz von ‚Top-Down‘ und ‚Bottom-Up‘ klare Vorteile, obgleich mit der Anwendung der aufgezeigten Werkzeuge sich Abwandlungen ergeben. So erfordert die Abbildung der teilweise komplexen Zusammenhänge in einem Simulationsmodell spezialisiertes Wissen [FELDMANN & REINHART 1999, S.256]. Die Entwicklung von Ideen hingegen bedingt das breite Wissen der prozessausübenden Personen. So muss es über die organisatorische Komponente des Ansatzes gelingen, die praxisorientierten Maßnahmen richtig in das Modell zu transferieren und umgekehrt auf allen Hierarchieebenen ein Sachverständnis für die Interpretation der Auswertungen aufzubauen.

4.8.1 Vorgabe der Unternehmensziele - ‚Top-Down‘

Die erfolgreiche Durchführung einer Reorganisation ist unmittelbar mit der Vorgabe von richtungsweisenden globalen Zielen verbunden. So wurde bereits bei der Entwicklung von Migrationsstrategien (siehe Kapitel 4.7.1) darauf hingewiesen, dass zu jedem Prozess sehr vielfältige Optimierungsansätze denkbar sind. Gerade im Sinne einer geforderten effektiven und zielgerichteten Erarbeitung von Reorganisationen (siehe Kapitel 1.1) müssen deshalb Varianten bereits in früher Planungsphase verworfen werden können, wenn sie nicht der Erreichung der globalen Unternehmensziele dienen.

Für die Nutzbarmachung der Unternehmensziele im Reorganisationsprozess müssen diese zunächst, wenn möglich quantitativ, erfasst werden. Typische Unternehmensziele sind Vorgaben wie beispielsweise Reduktion der Durchlaufzeit, der Kosten oder Steigerung des Durchsatzes [SKUDELNY 1994, S.49]. Mit der Darstellung der Ziele in einer Matrix- oder Graphform werden im nächsten Schritt die gegenseitigen Beeinflussungen oder Abhängigkeiten der Ziele dargestellt, bevor eine Gewichtung der Ziele, z.B. mit paarweisen Vergleichen, durchgeführt wird. Durch die Anwendung dieser Vorgehensweise stehen für die Ausrichtung der Maßnahmen und Migrationsstrategien eindeutig formulierte Globalziele zur Verfügung. Sie können über die Prozessdefinition meist direkt auf die Prozesse und Teilprozesse transferiert werden. So kommen sie auch bei der Bestimmung des Reorganisationsbedarfs (siehe Kapitel 4.4.4) neben Best-Practise als Zielvorgaben zum Einsatz.

4.8.2 Bildung der Organisationsstruktur - ‚Bottom-Up‘

Reorganisationen gestalten sich in jedem Unternehmen anders [OSTERLOH & FROST 1998, S.232]. Auch bei der wiederholten Anwendung im gleichen Unternehmen ergeben sich unterschiedliche Schwerpunkte und Zielrichtungen und sogar innerhalb eines Projekts können Verschiebungen auftreten. Deshalb müssen organisatorische Strukturen dynamisch und flexibel gestaltet sein, um die Anforderung eines sich ständig ändernden Projektumfelds zu bewältigen [VEITINGER 1997, S.37]. Zugleich muss eine maximale vertikale und horizontale Ausrichtung gefordert werden, d.h. es müssen die Prozesse entlang der Wertschöpfung und von der Unternehmensleitung bis zu den prozessausübenden Mitarbeitern in die Reorganisation integriert werden. Da aber während der Durchführung die bestehenden Abläufe aufrecht erhalten werden müssen, kann die Reorganisation nur über eine Sekundärorganisation realisiert werden.

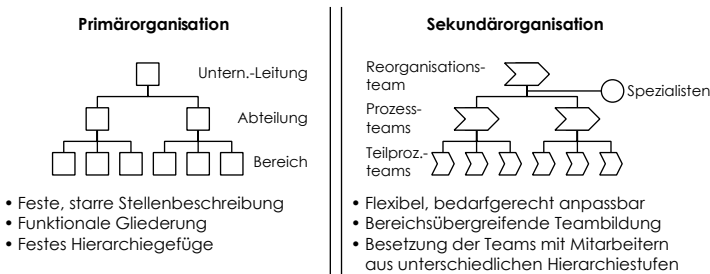


Abb. 4-28: Aufbau einer Sekundärorganisation für die Reorganisation

Der Aufbau der Sekundärorganisation beginnt mit der Ernennung des Reorganisations-Teams. So werden ihm ausgewählte Mitglieder der Unternehmensleitung, der Abteilungen und Bereiche zugeordnet. Ihre Aufgabe besteht in der Formulierung der globalen Zielrichtung, der Koordination der Prozessteams und der Überwachung der Zielerreichung. Die Prozessteams befassen sich hingegen nur mit Durchführung eines Kernprozesses. Hierbei wird der Reorganisationsbedarf in den Teilprozesse lokalisiert und für die Ausarbeitung von detaillierten Maßnahmen Teilprozessteams gebildet. Die Durchführung der Reorganisation erfolgt also hierarchisch (siehe Kapitel 2.1.2).

Eine Sonderstellung nimmt die simulationsdurchführende Stelle ein. Da das erforderliche Expertenwissen nicht in allen Teams vorgehalten werden kann,

werden unternehmensinterne und –externe Fachleute in Stabsstellung der Organisation zugeordnet. Sie werden nach Bedarf in die einzelnen Teams hinzugezogen, um bestehende Prozesse zu analysieren und Maßnahmen mitzugestalten und quantitativ zu bewerten.

Mit zunehmender Erfahrung der Mitarbeiter mit der Sekundärorganisation reduzieren sich lenkende Eingriffe der übergeordneten Teams. So werden zunehmend Problemstellungen von den Teams aktiv in die Reorganisation aufgenommen. Hierdurch sind bei einer permanenten Anwendung Tendenzen zur inkrementellen Systemgestaltung erkennbar (siehe Kapitel 2.1.2).

4.9 Zusammenfassung der Systematik

Die Zielsetzung des Kapitels 4 ist die Entwicklung einer auf Produktion und Logistik abgestimmten Reorganisationssystematik. Gerade hier erweist sich der Einsatz von quantifizierenden Werkzeugen als besonders nutzbringend, da die Abläufe weitgehend standardisiert und zahlenmäßig erfasst werden können. Mit der Orientierung an den Einsatzzeitpunkten der Werkzeuge ergibt sich ein Vorgehen in sechs Ablaufschritten. So erfolgt zunächst die statische Erhebung der Prozessabfolgen und deren Visualisierung in Form von Materialflussschaubildern. Die zweite Analysestufe erfasst die Abläufe dynamisch, indem ihr zeitlicher Wirkzusammenhang in einem Simulationsmodell abgebildet wird. Die Phase drei steht für die Beurteilung der bestehenden Prozessabfolgen. So werden diese zunächst in ihrer Bedeutung klassifiziert, bevor sie mit Hilfe fallspezifischer Prozesskennzahlen an den Determinanten Zeit, Kosten und Qualität bewertet werden. Die Erhebung der Daten für die Kennzahlenbildung erfolgt hierbei sowohl durch die eingesetzten Planungswerkzeuge als auch direkt in der Prozessausübung. Mit dem Vergleich der Prozesse mit dem Best-Practise oder den Vorgaben aus der Unternehmenszielsetzung erfolgt die Ableitung des Reorganisationsbedarfs.

Analog zur zweistufigen Analyse der Prozesse erfolgt deren statische und dynamische Optimierung in getrennten Ablaufphasen. So werden zunächst die Abläufe selbst durch die Reduktion von nichtwertschöpfenden Tätigkeiten reorganisiert, bevor unter Einsatz von Optimierungswerkzeugen die physikalische Struktur an die neuen Prozessabfolgen bzw. die Prozesse an die Struktur angepasst wird. Übertragen auf die Produktion und Logistik bedeutet diese

wechselseitige Optimierung, dass einerseits durch die Umstellung von Betriebsmitteln das Layout auf den Materialfluss ausgerichtet wird. Andererseits werden die Arbeitspläne, die die Abfolge der Bearbeitungsstationen beschreiben, an den Materialfluss angepasst, indem Produkte über materialflusstechnisch günstigere Betriebsmittel der gleichen Technologieart bearbeitet werden. Im Anschluss an die statische Optimierung erfolgt die dynamische Verifikation der Ablaufsteuerung und der eingesetzten Kapazitäten anhand des Simulationsmodells.

Den Abschluss der Reorganisation bildet die Implementierung der neuen Produktions- und Logistikprozesse. So werden in einem ersten Schritt aus den vielfältigen anwendbaren Alternativen kombinierbare Maßnahmen ausgewählt und in Migrationsstrategien zusammengefasst. Die Auswahl des geeignetsten Ansatzes erfolgt über die Verfahren der Investitionskostenrechnung, wobei durch Einsatz der Simulation die tatsächlichen Kosten über die Prozesskostenrechnung verursachungsgerecht ermittelt werden. Nach Auswahl einer Migrationsalternative erfolgt das schrittweise Umsetzen der Einzelmaßnahmen, was durch berechnete und fundierte Zielvorgaben aus der Simulation unterstützt wird. Das parallele Prozess-Controlling erfasst zudem, wie weit die neuen Prozesse in ihrer Ausübung institutionalisiert wurden.

Mit den Anfangsbuchstaben der englischen Phasenbezeichnungen kann das Wort ‚ESPRIT‘ gebildet werden, weshalb der Gesamtansatz zusammen mit seiner organisatorischen Umsetzung als ESPRIT-Systematik bezeichnet wurde.

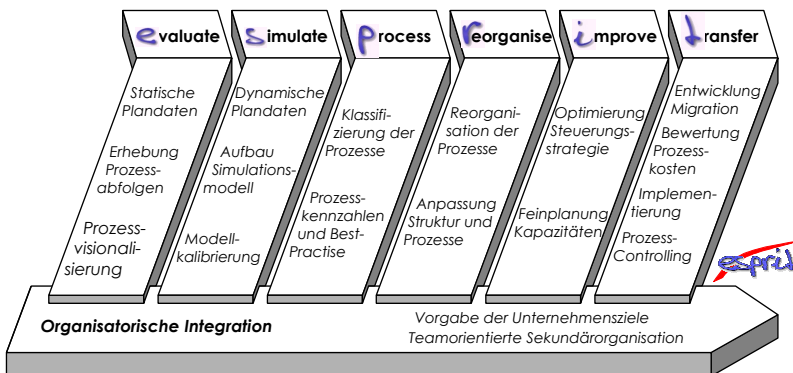


Abb. 4-29: Zusammenfassung der ‚ESPRIT-Systematik‘

5 Verifikation des Ansatzes am Fallbeispiel

Die ESPRIT-Systematik, das Kernstück der vorliegenden Arbeit, wurde induktiv aus den Erfahrungen durchgeführter Projekte entwickelt. Im Vordergrund stehen hierbei die Planungs- und Reorganisationsaktivitäten in derzeit 14 Airline-Catering-Betrieben der Lufthansa Service Gesellschaft (LSG Sky Chefs). Deshalb wird in Kapitel 5.1 dieses Unternehmen näher charakterisiert und die typischen Funktionsbereiche eines Airline-Catering-Betriebs vorgestellt. Kapitel 5.2 zeigt die Durchführung eines ESPRIT-Projekts in einem ausgewählten Beispielbetrieb. Aufgrund bestehender Geheimhaltungsverpflichtungen wurde ein allgemeingültiges Beispiel ausgewählt. Zudem werden die angewandten Kennzahlen normiert. Im abschließenden Kapitel 5.3 werden für erzielte Ergebnisse einige Größenordnungen angegeben, anhand derer die Wirksamkeit des Ansatzes belegt werden kann.

5.1 Klassifizierung des Unternehmens

5.1.1 Unternehmenszweck und -umfeld

Die Lufthansa Service Gesellschaft LSG ist als 100%-ige Tochter der Lufthansa AG Marktführer im Bereich des Airline-Caterings. Sie erwirtschaftete 1998 (inklusive der Minderheitsbeteiligungen) in über 200 Produktionsstätten mit mehr als 40.000 Mitarbeitern einen Gruppenumsatz von über 5 Mrd. DM. Jährlich werden hierfür 365 Mio. Essen für ca. 260 verschiedene Airlines zubereitet [LSG 1998].

Der Markt des Airline-Caterings ist bereits seit mehreren Jahren durch Mengenwachstum, verstärkte Konkurrenz und wachsenden Preisdruck geprägt [REISER 1996]. So betrug die jährliche Steigerungsrate von 1980 bis heute durchschnittlich 6% und auch die neueren Prognosen der International Air Transport Association (IATA Annual Report 1999) gehen von jährlichen Zuwachsraten von 5 bis 6% aus [HABICHT 1999, S.1]. Zugleich steigt aber auch der Kostendruck auf die Unternehmen, der durch die Deregulierung des Fluggeschäftes ausgelöst wurde. Weiter tragen Optimierungen der Flugrouten und Rückflugbeladungen dazu bei, dass auch Betriebe an unterschiedlichen Standorten zueinander im Wettbewerb stehen [OSTERLOH & FROST 1998, S.39].

Als Reaktion zeigen sich verstärkte Globalisierungsbestrebungen zur Nutzung von Synergieeffekten und zur Steigerung des weltweiten Serviceangebots [WERNER 2000B, S.112].

Die Aufgabe eines Catering-Betriebs besteht in der Versorgung von Flugzeugen mit Speisen und Getränken sowie mit Küchen-, Toiletten- und Sitzausstattungen. Zudem werden für bestimmte Flugereignisse Zeitungen und Zollwaren für den Verkauf an Bord bereitgestellt. Die größte Anforderung an einen Flugcatering-Betrieb entsteht durch die großen Produktionsmengen bei gleichzeitig sehr engen zeitlichen Restriktionen. Der ausgewählte Beispielbetrieb fertigt am Tag über 50.000 Mahlzeiten in ausschließlicher Handarbeit. Neben dem Essen werden in weiteren Produktionsbereichen Getränke und Equipmentteile für täglich ca. 300 Flugereignisse bereitgestellt. Insgesamt beläuft sich die Ausbringung des Betriebs auf ein Volumen von über 10.000m³ pro Woche.

Die zeitgenaue Anlieferung dieser großen Menge ist die Grundvoraussetzung des Airline-Caterings. Neben einem Flugplan mit Bodenzeiten, die teilweise nur wenige Minuten Beladezeit zulassen, führen Flugverspätungen und Fluggerätwechsel zu kurzzeitigen Veränderungen der Produktionsvorgaben. Ferner bedingen die hohen Flächenkosten am Flughafen und die Verderblichkeit der Waren eine ‚just in time‘ Produktion mit geringen Sicherheitsbeständen.

Die Produktion mit großem Variantenspektrum bei hohen Stückzahlen, die flexibel auf nicht planbare Ereignisse reagieren muss, stellt hohe Anforderungen an die betriebliche Logistik [WERNER 2000B, S.112]. So wird mit der Reorganisation der Produktions- und Logistikprozesse eine starke Reduktion der Durchlaufzeit angestrebt. Neben der höheren Reaktionsfähigkeit können mit kurzen und abgestimmten Prozessen die Bestände und Flächen reduziert und der Durchsatz gesteigert werden. Zudem sollen gerade in der Produktion verstärkt innovative, industrielle Fertigungsmethoden genutzt werden, um auch die Produktivität der Betriebe zu steigern. Gegenwärtig entfallen meist deutlich mehr als 40% der Gesamtkosten eines Airline-Catering-Betriebs auf den Faktor Personal.

In Anbetracht des Volumenstroms, der Artikelvarianz und der zeitgenauen Anforderungen bei der Lieferung liegt die Kernkompetenz des Airline-Caterings nicht mehr in der Gastronomie, sondern primär in der Logistik [OSTERLOH & FROST 1998, S.39] [AIREY 2000, S.V2/2].

Unternehmenszweck:	<ul style="list-style-type: none"> • Be- und Entladung von Flugzeugen • Produktion von kalten und warmen Mahlzeiten • Kommissionierung von Speisen, Equipment, Lager- und Zollwaren gemäß detaillierter Vorgaben des Kunden
Unternehmensumfeld:	<ul style="list-style-type: none"> • Starkes Mengenwachstum • Gestiegener Kostendruck seit Deregulierung des Flugmarkts • Hohe Marktdynamik und Marktconsolidierung
Anforderung:	<ul style="list-style-type: none"> • Weltweite Präsenz • Hohe Quantität der Volumenströme (bis zu 10.000m³ Waren pro Woche) • Strenge zeitliche Abhängigkeit vom Flugplan (Bodenzeiten mit 30min bei Kurzstrecke, 45min bei Langstrecke) • Hohe Varianz (ca. 30-40.000 Artikel bei Langstrecke) • Sehr spezifische Kundenwünsche (z.B. koscheres Essen) • Hohe Flexibilität (bis 20min vor Abflug kann Beladung variieren, Flugverspätungen, Fluggerätwechsel) • Kundenseitige Verfügbarkeit meist zu 24h am Tag und 365 Tagen im Jahr

Abb. 5-1: Charakteristik des Airline-Caterings

5.1.2 Funktionsbereiche eines Airline-Catering-Betriebs

Für die Durchführung des Kundenauftrags gliedert sich ein Airline-Catering-Betrieb in verschiedene Funktionsbereiche (siehe Abb. 5-2). Die Schnittstelle zum Kunden wird im Vor- und Rücklauf über den Beladedienst des Betriebs gebildet, der mit Spezialfahrzeugen (Hubwägen) die Be- und Entladung der Fluggeräte durchführt. An der Rücklauframpe erfolgt die Sortierung. Der Rücklauf an Handelswaren, primär Getränke aber auch eine Vielzahl von Einzelartikeln, und an Zollwaren werden direkt in die entsprechenden Bereiche verbracht. Das benutzte Mehrwegeequipment wird einem Reinigungsprozess unterzogen, bevor es für den Vorlauf wieder eingesetzt werden kann. Neben der Rücklauframpe, über die ca. 85% des Volumenstroms in den Betrieb einfließt, werden über die Warenannahme die Rohprodukte und Kommissionierwaren in den Prozess eingeschleust. Nach der Produktion in den einzelnen Bereichen wird zur Rampenbereitstellungszeit das Flugereignis gemäß Stückliste an der Vorlauframpe zusammengestellt und ‚Just-in-Time‘ an das Flugereignis geliefert [HERMANN 1996] [OSTERLOH & FROST 1998] [HABICHT 1999] [WIK 1999] [WERNER 2000B].

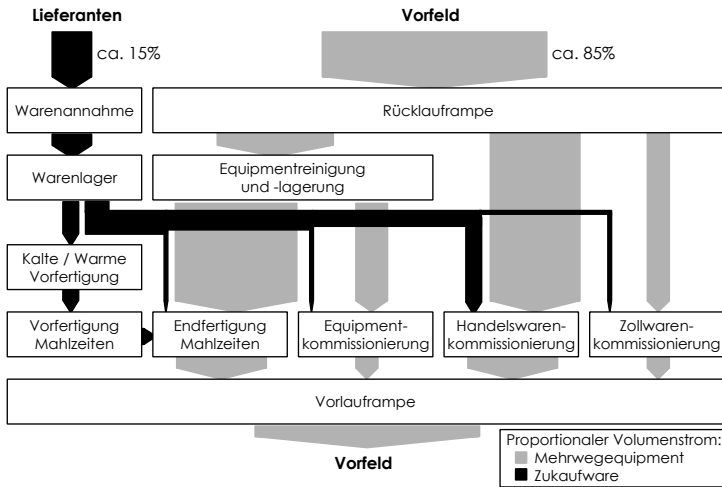


Abb. 5-2: Produktionsbereiche und Materialflüsse im Airline-Catering-Betrieb

5.2 Einsatzbeispiel der ESPRIT-Systematik

Zu Beginn des Projekts wird in der ‚Evaluate‘-Phase die wichtigste Planungsgrundlage, der Flugplan, mit der Art der Beladung verknüpft. Über die sogenannten Sammelstücklisten eines Flugereignisses kann die Beladung bis auf jeden einzelnen Artikel aufgelöst werden. Sie unterscheiden sich nach ihrer Abhängigkeit von der Passagierzahl (PAX). So werden Lager-, Equipment- und Zollwaren nur durch die Abflugzeit, den Flugzeugtyp und Flugstrecke bestimmt, während die Essensbeladung noch zusätzlich von den tatsächlich an Bord befindlichen Personen je Klasse abhängt. Das im Betrieb eingesetzte Daten-system ist für die Bestimmung der Abflugbeladungen (Outbound) ausgelegt, weshalb der ankommende Volumenstrom manuell über einen Arrival-Flugplan (Inbound) definiert werden muss. Da große Teile der Inbound-Waren wieder für den Outbound eingesetzt werden, wie beispielsweise Getränke, Formulare, Equipment oder Zollwaren, kann der Zukauf von neuen Waren nicht über die Beladelisten bestimmt werden, weshalb auch die buchhalterischen Verbrauchsdaten ausgewertet werden. Über die Verknüpfung aller Daten in einer Daten-bank kann der nominelle Durchsatz des Betriebs berechnet werden. Für die Durchführung der Materialflussanalyse wird die Anzahl an Behältnissen und

Artikeln in einen Volumenstrom umgerechnet und den erhobenen Kernprozessen zugeordnet. Die graphische Visualisierung des Materialflusses im Layout ergibt einen ersten Überblick über die Ist-Abläufe.

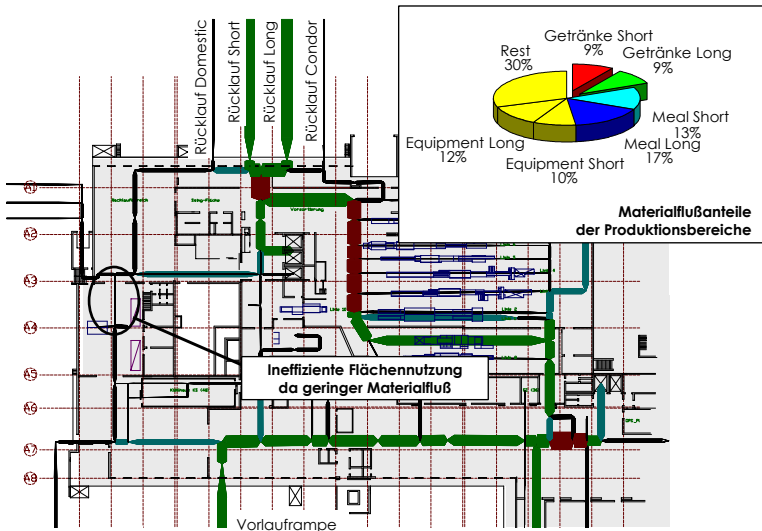


Abb. 5-3: Analyse des Materialflusses mit MATFLOW

Das dargestellte Beispiel zeigt, dass in einem materialflusstechnisch günstigen Produktionsbereich nur ein geringer Materialfluss abgewickelt wird. Durch die Nähe dieser Fläche sowohl zur Entlade- wie auch Beladerampe wurde die Idee geboren, die Getränke-Trolleys Short (ca. 9% des Volumenstroms) vom 1. Obergeschoss in das Erdgeschoss zu integrieren. Unklar an dieser Stelle ist jedoch, welches Produktionsverfahren eingesetzt werden soll und ob ausreichend Fläche im Erdgeschoss zur Verfügung steht.

Zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen wird im zweiten Schritt der ESPRIT-Systematik, der ‚Simulate‘-Phase, der Gesamtbetrieb in einem Ablaufsimulationssystem abgebildet. Hierbei werden alle Produktionsbereiche, die Spüle, die Vor- und Rücklauframpe und der Transport im Modell abgebildet. Zudem wird die bestehende Steuerung des Systems in Abhängigkeit vom Flugplan dem Modell hinterlegt und der Ressourceneinsatz, d.h. Schichtmodelle in den Bereichen sowie der Hubwageneinsatz, nachgebildet.

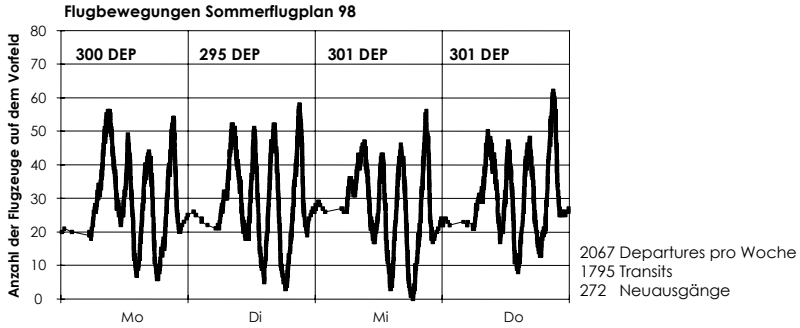


Abb. 5-4: Zeitverhalten des Flugplans

Das dargestellte Zeitverhalten des Flugplans belegt die Bedeutung der dynamischen Aspekte. So muss in den für diesen Standort typischen vier Peaks ein Vielfaches an Flugereignissen abgefertigt werden. Berücksichtigt man hierbei die großen Materialmengen, so ist leicht vorstellbar, dass durch eine Änderung in den Prozessparametern sich deutliche Auswirkungen auf Durchlaufzeit, Fläche und Produktivität ergeben können.

Die Beurteilung der gegenwärtigen Leistungsfähigkeit der Prozesse erfolgt in Phase drei, der ‚Process‘-Phase. So zeigt die Klassifizierung der Unternehmensprozesse, dass der ausgewählte Prozess der Getränkekommissionierung sowohl für den Kunden als auch für den Betrieb eine hohe Bedeutung beigemessen werden muss. Der Vergleich mit Best-Practise zeigt zudem, dass der bestehende Prozess hinsichtlich der Kosten Verbesserungspotentiale bietet.

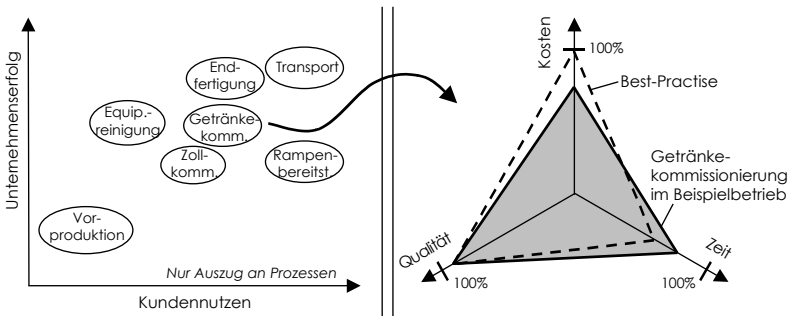


Abb. 5-5: Klassifizierung und Bewertung des Ist-Prozesses

Für die Getränkekommissionierung werden am Standort drei Bearbeitungsstationen eingesetzt, während im Best-Practise-Betrieb eine automatisierte Kommissionieranlage betrieben wird. Deshalb zeigt sich in den Kennzahlen, dass der bestehende Prozess durchaus bei der Produktivität Entwicklungspotential bietet. Da aber mit den derzeitigen 3 Kommissionierstationen eine höhere Varianz produziert werden kann, besitzt er gegenüber Best-Practise eine kürzere normierte Durchlaufzeit. Da der Best-Practise-Betrieb erst vor wenigen Jahren neu gebaut wurde, stehen ihm ausreichend Flächen für die Zwischenlagerung der großen Serien zur Verfügung. Da im untersuchten Betrieb die Flächennutzung bereits deutlich höher ist und für die Zukunft noch höhere Abfertigungszahlen am Standort erwartet werden, kann der Best-Practise-Prozess nicht direkt übernommen werden.

Deshalb wurde in der ‚Reorganise‘-Phase mit der Entwicklung eines neuen Prozesses begonnen. Die detaillierte Erhebung des Ist-Prozesses mit dem Prozessfassungsbogen zeigt eine Reihe an nicht wertschöpfenden Tätigkeiten. So müssen beispielsweise alle Einschübe aus dem Trolley entnommen werden, um eine Kommissionierung am Band durchführen zu können. Da aber teilweise den Einschüben während des Flugs nur wenig entnommen wurde, beispielsweise alkoholhaltige Getränke bei den Vormittagsflügen, werden häufig Einschubentnahmen durchgeführt um nur wenige Artikel nachzukommissionieren (53% der Einschübe sind noch zu über 80% voll und können im Trolley kommissioniert werden). In Summe addieren sich die nicht wertschöpfenden Zeitanteile zu 60% der Prozessdurchlaufzeit. Zur Vermeidung der Einschubentnahme müssten die Einschübe im Trolley nachkommissioniert werden. Da aber die Arbeitshöhe der Einschübe im Trolley dies aus ergonomischer Sicht nicht zulässt und zudem das Bücken und Aufrichten der Mitarbeiter bei einer Tagesmenge von ca. 1500 Trolleys eine hohe Ineffizienz verursachen würde, wurde das Konzept einer manuellen Hängebahn entwickelt.

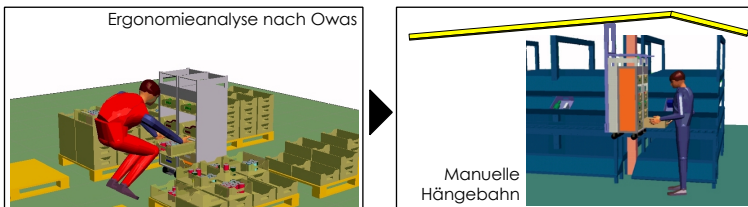


Abb. 5-6: Entwicklung einer neuen Prozessabfolge mit AnySIM

Der Arbeitsprozess mit der Hängebahn beginnt mit der Aufnahme von zwei Getränketrolleys in ein Transportgehänge. Über einen angetriebenen Anstieg der Hängebahn werden die Trolleys auf Arbeitshöhe gebracht. Im Bereich der Kommissionierstrecke ist die Hängebahn leicht abfallend. Hierdurch können die Trolleys ohne starken Kraftaufwand vorwärts bewegt werden. Gleichzeitig senkt sich die Höhe der Trolleys langsam ab, wodurch jeder Einschub in der idealen Arbeitshöhe abgearbeitet werden kann. Am Ende der Kommissionierstrecke setzen die Trolleys wieder auf dem Boden auf und können in die Vorlaufkühlung gebracht werden. Durch den Einsatz der Hängebahn reduzieren sich die nicht wertschöpfenden Tätigkeiten des Prozesses auf nunmehr 48%, während sich die Kommissioniertätigkeiten nur geringfügig erhöhen. Zudem belegt die Simulation, dass mit bis zu 3 Mitarbeitern in einem Hängebahnzyklus gearbeitet werden kann, ohne dass starke gegenseitige Beeinflussungen auftreten. Neben der Steigerung der Produktionsproduktivität von über 25% kann auch die Logistikproduktivität gesteigert werden, weil der Materialfluss des neuen Prozesses im bestehenden Gebäude besser umgesetzt wird. Da die Kommissionierung der Getränke an einem spezialisierten Arbeitsplatz erfolgen muss, kann in diesem Beispiel eine Verbesserung des Materialflusses nur durch die Anpassung der Struktur an den Prozess erreicht werden. Eine Übernahme der Getränkeabwicklung durch einen anderen, materialflusstechnisch günstigeren Arbeitsplatz (Anpassung der Prozesse an die Struktur) kann hier nicht erfolgen.

Mit dem bereits angedeuteten Umzug der neuen Getränkekommisionierung in das Erdgeschoss ändern sich sehr viele Parameter in der Prozessbearbeitung. Deshalb muss der neue Bearbeitungsprozess mit der Hängebahn im bestehenden Simulationsmodell zum Beginn der Improve-Phase aktualisiert werden. Da die Hängebahn keine Losbearbeitung mehr erfordert, kann auch die Steuerung des Prozesses sich viel stärker an den tatsächlichen Bedarf im Vorlauf ausrichten. Grundvoraussetzung hierfür ist allerdings, dass ausreichende Kapazitäten zeitgenau zu Verfügung stehen. Das ausgewertete Zeitverhalten des Flugplans verdeutlichte bereits, dass über den Tag verteilt starke Bedarfsunterschiede auftreten. Zudem zeigen Wochenauswertungen der Simulation, dass auch die Flugtage Bedarfsunterschiede aufzeigen. So wird deutlich, dass im Zollwarenlager, wegen der 5-Tageschicht in diesem Bereich, der stärkste Produktionstag 3 Tage vor dem flugstärksten Tag liegt ($x-3$), im Getränkebereich, wegen der Kühlzeit, nur 2 Tage davor ($x-2$), in der Produktion 1 Tag davor ($x-1$), im Transport am selben Tag (x) und die Spüle am Tag danach ($x+1$) den stärksten Personalbedarf hat.

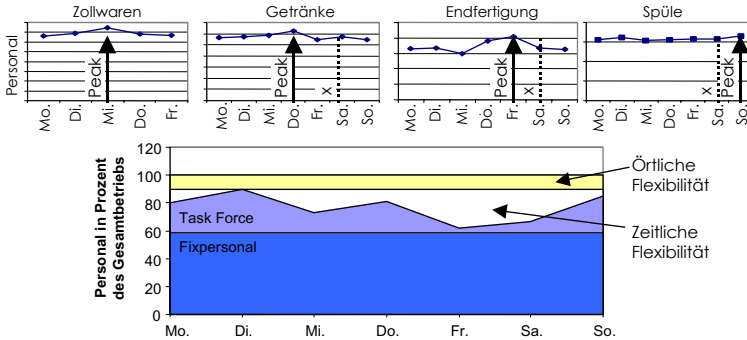


Abb. 5-7: Wandernder Personalbedarf im Airline-Catering

Deshalb liegt die Flexibilisierung des Personalbedarfs nahe. Für die gebildete ‚Task-Force‘ wurde die Größe der Personengruppe, ihr Einsatzzeitpunkt sowie der Qualifikationsbedarf über die Simulation ermittelt. So kann mit ihrem Einsatz ein Potential von 3% bei örtlicher und 11% bei zeitlicher Flexibilität bezogen auf das Gesamtpersonal aufgezeigt werden. Über sie wird auch im Getränkekommissionierprozess der personalstärkste Tag unterstützt.

Durch die Feinplanung der Kapazitäten werden auch die Parameter der Durchlaufzeit und des Flächenbedarfs determiniert. So kann mit dem Simulationsmodell ermittelt werden, welche Fläche für Vor- und Rücklauf im Erdgeschoss eingeplant werden müssen.

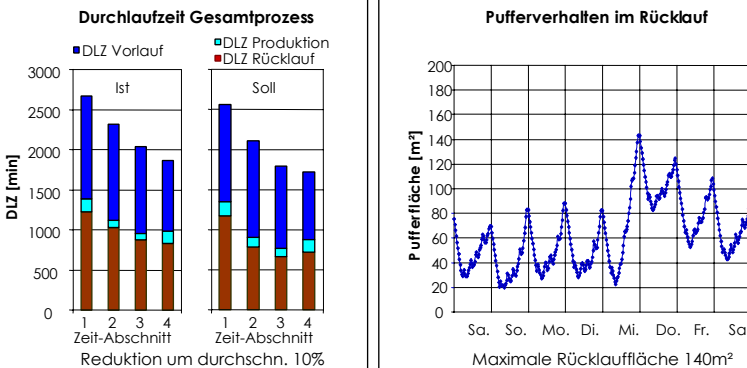


Abb. 5-8: Auswertung der Prozessparameter mit der Simulation

In der sich anschließenden ‚Transfer‘-Phase erfolgt die Auswahl der Maßnahmen. Da der neue Bearbeitungsprozess mit der Hängebahn gegenüber dem Best-Practise-Prozess eine deutlich bessere Durchlaufzeit bei vergleichbarer Produktivität erreicht, besitzt diese Art der Getränkekommisionierung hohe Erfolgsaussichten bei der Realisierung. Da aber im Best-Practise-Prozess ein 60% höherer Durchsatz erreicht wird, indem mit 5 produktiven Mitarbeitern gleichzeitig gearbeitet werden kann gegenüber 3 Mitarbeitern bei der Hängebahn, kann beim Einsatz des Best-Practise-Prozesses die geforderte Menge an Getränketrolleys ohne eine Nachtschicht bearbeitet werden. Da durch andere Maßnahmen die notwendige Fläche für die Zwischenlagerung der vorproduzierten Menge geschaffen werden konnte, wurde im Fallbeispiel doch der Best-Practise-Prozess realisiert. Die Amortisierung der notwendigen Investition liegt aufgrund der Produktivitätssteigerung unter einem Jahr. Für die Realisierung stehen aus der Simulation die für den Betrieb abgewandelten Zielwerte des Best-Practise-Prozesses zur Verfügung. Da für diesen Prozess auch bereits reichhaltige Erfahrungen vorhanden sind, kann mit einer kurzen Anlaufphase gerechnet werden.

5.3 Bewertung der Ergebnisse

Mit dem Einsatz der ESPRIT-Systematik in derzeit 14 Betrieben der LSG konnten bereits vielfältige Optimierungsmöglichkeiten aufgezeigt und realisiert werden. So wurden durch geänderte Prozessabfolgen und der gegenseitigen Anpassung von Struktur und Prozessen Verkürzungen des innerbetrieblichen Materialflusses von bis zu 30% innerhalb eines Prozesses und bis zu 15% für den Gesamtbetrieb erreicht. Zusammen mit der zeitlichen Optimierung zeigten sich Durchlaufzeitpotentiale von bis zu 20%, die auch Flächeneinsparungen von bis zu 30% ermöglichen. Durch den optimierten Einsatz von Kapazitäten konnten zudem Produktivitätssteigerungen von bis zu 15% nachgewiesen werden. Aufgrund der fundierten Berechnungen dieser Werte wurden die Zielvorgaben für die Maßnahmenrealisierung von allen Parteien, d.h. von der Betriebsleitung, vom Betriebsrat und den Mitarbeitern, durchgängig akzeptiert. Zudem zeigen die bereits durchgeführten Realisierungen, dass auch in der Praxis die gesteckten Ziele erreicht wurden.

6 Bewertung des Ansatzes

Die tatsächliche Bewertung des technisch-wirtschaftlichen Nutzens einer Systematik zur Planung oder Reorganisation gestaltet sich meist schwierig. Eine eindeutig objektive Auswertung könnte nur erfolgen, wenn die gleichen Projektbeteiligten eine Planung oder Reorganisation mit und ohne Systematik bei identischer Ausgangssituation und vergleichbaren Rahmenbedingungen durchführen würden. Da jedoch redundante Projekte in der Praxis aus wirtschaftlichen Gründen nicht durchgeführt werden und auch identische Bedingungen nur schwer eingehalten werden könnten, erfolgen in der Literatur meist nur qualitative Einschätzungen des Nutzens. Bei der Benennung von quantitativen Vorteilen einer Systematik werden vielfach die Ergebnisse eines Projekts ausgewertet und dem Nutzen des Ansatzes zugeschrieben [FELDMANN & REINHART 1999, S.79] [GOLDSTEIN 1999] [MURR 1999] [HIRSCHBERG 2000].

Der vorliegende Ansatz kann jedoch quantitativ bewertet werden. Die ESPRIT-Systematik wurde induktiv aus 14 durchgeführten Projekten bei der LSG Sky Chefs entwickelt. Die 10 Reorganisationsprojekte besitzen hierbei einen durchaus vergleichbaren Projektverlauf. Sie wurden sowohl von neuen als auch erfahrenen Mitarbeitern durchgeführt, die die Systematik und ihre Werkzeuge einsetzten bzw. weiterentwickelten. Unter Berücksichtigung der Komplexität der unterschiedlichen Betriebe kann in diesem speziellen Fall ein quantitativer Vergleich der Projektverläufe vorgenommen werden (Kapitel 6.1 und 6.2). Durch seine Gegenüberstellung mit der empirischen Erfahrungskurve aus der Literatur [REINHART 1998, S.3-12] kann dann der tatsächliche Nutzwert der Systematik aufgezeigt werden (Kapitel 6.3).

6.1 Vorgehen beim Projektvergleich

Für die Durchführung des Projektvergleichs erfolgte eine systematische Erfassung der Reorganisationsprojekte. So wurden im Projekterfassungsbogen zunächst die charakteristischen Daten des jeweiligen Betriebs dargestellt, wie beispielsweise der Volumendurchsatz, die Anzahl verschiedener Airlines, das Behälterspektrum und die Betriebsfläche. Anhand des Vergleichs dieser Daten kann die Komplexität eines Betriebs bewertet werden. Neben der Dokumentation der Rahmenbedingungen erfolgte die Erfassung des zeitlichen Projektverlaufs. Hierbei wurden für alle Projekte die Abfolge der Arbeitstreffen sowie

deren Inhalte ausgewertet. Hieraus kann beispielsweise erkannt werden, wie lange die vorbereitenden Tätigkeiten in einem Projekt gedauert haben, bis mit der Erarbeitung von konkreten Optimierungen begonnen werden konnte.

Die Beurteilung der Projektergebnisse erfolgte in einem zweistufigen Vorgehen. So wurden zunächst die Einzelergebnisse aller Projekte zusammengestellt und inhaltlich systematisiert. Zudem wurden von den Projektleitern die Schwierigkeit zur Erarbeitung eines Einzelergebnisses bewertet, indem für jedes Ergebnis Bewertungspunkte von 1 (einfach und schnell) bis 3 (komplex und aufwendig) vergeben wurden. Im zweiten Schritt erfolgte die Ermittlung des projektspezifischen Erfüllungsgrads, indem für jedes Projekt bewertet wurde, wie intensiv die Ausarbeitung des jeweiligen Einzelergebnisses erfolgte. Durch die Berechnung der Summe aller Einzelbewertungen, d.h. dem Produkt aus Erfüllungsgrad und durchschnittlichen Schwierigkeitsgrad, ergibt sich der gewichtete Ergebniswert jedes einzelnen Projekts.

Nicht bewertet wird indessen das Potential der erarbeiteten Maßnahmen, da dies maßgeblich von der jeweiligen Ist-Situation und nicht von der eingesetzten Systematik abhängt.

6.2 Vergleich durchgeführter Reorganisationen

Entscheidend für das Projektergebnis ist die Zeit, die den Projektarbeitern ausschließlich für die Ausarbeitung von Maßnahmen zur Verfügung steht. Da in den ersten Projekten bei der LSG Sky Chefs erst erarbeitet werden musste, wie man auf die erforderlichen Daten zugreifen kann und wie die Abläufe eines Airline-Catering-Betriebs in der Simulation abgebildet werden können, waren diese Projekte vorrangig von diesen Tätigkeiten geprägt (siehe Abb. 6-1).

Während im ersten Reorganisationsprojekt noch über 70% der Zeit für die Beschaffung der Daten und den Modellaufbau verwendet wurde, kann heute bereits nach weniger als 30% Projektdurchlaufzeit mit der Erarbeitung von konkreten Verbesserungsmaßnahmen begonnen werden, und das obwohl immer wieder neue Mitarbeiter eingesetzt wurden. Auch der Vergleich mit den Zeitanteilen bei der Durchführung einer Simulationsstudie (siehe Abb. 3-18) zeigt, dass durch den wiederholten Einsatz der Systematik bei der Datenerhebung und dem Modellaufbau deutlich der Zeitanteil für die Vorarbeiten reduziert werden konnte.

6.2 Vergleich durchgeführter Reorganisationen

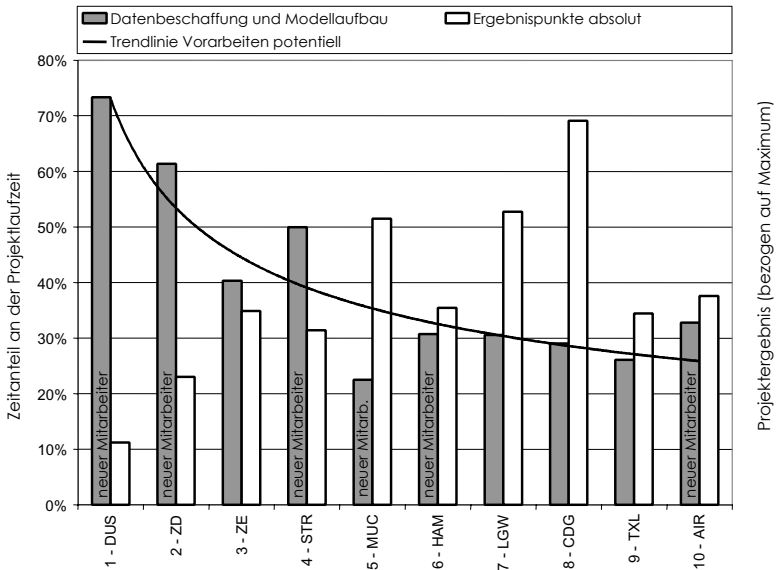


Abb. 6-1: Zeitlicher Anteil der Vorarbeiten am Gesamtprojekt sowie erzielte Ergebnispunkte pro Projekt

Die gewonnene Zeit wurde von den Projektbearbeitern zur Ausarbeitung von unterschiedlichen Optimierungsansätzen genutzt. Durch deren Implementierung in die Systematik sowie der teilweisen Ergänzung fester Analysefunktionalitäten in der Simulation werden in jedem neuen Projekt mehr oder weniger automatisiert bekannte Optimierungsansätze untersucht. Durch die schnelle und zielgerichtete Ausarbeitung von Verbesserungen verblieb in jedem Projekt Zeit, weitere Reorganisationsmöglichkeiten zu entwickeln.

In Abb. 6-1 wurden neben der Abnahme des Zeitaufwands für Vorarbeiten die Zunahme an absoluten Projektergebnispunkten, bezogen auf das Maximum des erreichbaren Ergebniswerts, angetragen. Es zeigt sich, dass gerade bei den ersten Projekten die Fülle an Ergebnissen und ihre detaillierte Ausarbeitung deutlich zugenommen hat. So wurde im dritten Projekt bereits das Dreifache an Ergebnispunkten gegenüber dem Auftaktprojekt erreicht. Erst das vierte Projekt zeigt eine leichte Konsolidierung. Die Ursache hierfür liegt in der Laufzeit dieses Projekts, die zusammen mit dem Auftaktprojekt und den Projekten 6, 9 und 10 am geringsten war. Deshalb werden in der nachfolgenden Auswertung die Ergebnispunkte pro Projektwoche dargestellt.

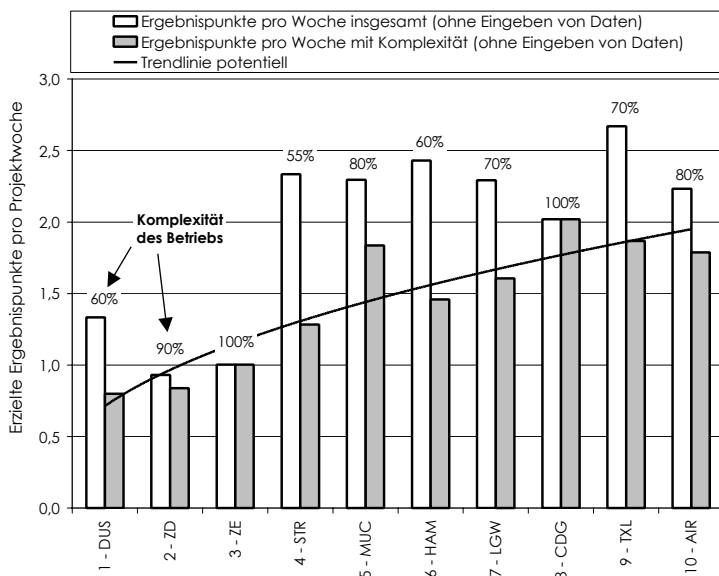


Abb. 6-2: *Ergebnispunkte pro Projektwoche*

Mit der Normierung der Projektergebnisse gegenüber der Laufzeit ergeben sich stark schwankende Werte, da in den einfachen und kleinen Betrieben aufgrund der reduzierten Komplexität sehr viele Ergebnisse pro Zeit erarbeitet werden können. Deshalb müssen für die Betriebe relative Komplexitätsfaktoren gebildet werden. Hierbei wurde der schwierigste Betrieb (drittes Projekt), der einen großen Volumenstrom bei sehr großer Varianz, d.h. hohe Anzahl unterschiedlicher Airlines sowie großes Behälterspektrum, als 100% angenommen. Zusammen mit den Projektbearbeitern wurde die Komplexität der anderen Betriebe im Hinblick auf die Betriebsgröße und Kundenvarianz relativ zum Referenzbetrieb eingeordnet. Der vergebene Komplexitätsgrad beurteilt jedoch nicht die Schwierigkeit bei der Ausübung des Tagesgeschäfts, sondern wie schwierig sich ein Betrieb in der Reorganisation darstellt. Unter Berücksichtigung der relativen Komplexität zeigt sich, dass mit zunehmender Entwicklung der ESPRIT-Systematik mehr Ergebnispunkte pro Zeit erarbeitet werden konnten. Zudem wurde ab dem fünften Projekt eine Konsolidierung erreicht, da in den aktuellen Projekten systematisch nahezu alle Gestaltungsansätze der Vorgängerprojekte analysiert werden. Es werden aber nur jene detailliert ausgearbeitet, die für den jeweiligen Betrieb ein hohes Nutzpotalential darstellen.

Für eine abschließende Beurteilung der Leistungssteigerung müssen die Projekte dem Auftaktprojekt gegenübergestellt werden. Hier wurden knapp 20 Ergebnispunkte in der gesamten Projektlaufzeit erreicht. Wird dieses Projektergebnis als 100% angenommen, so zeigt die nachfolgende Graphik die relative Zeitersparnis gegenüber dem Auftaktprojekt.

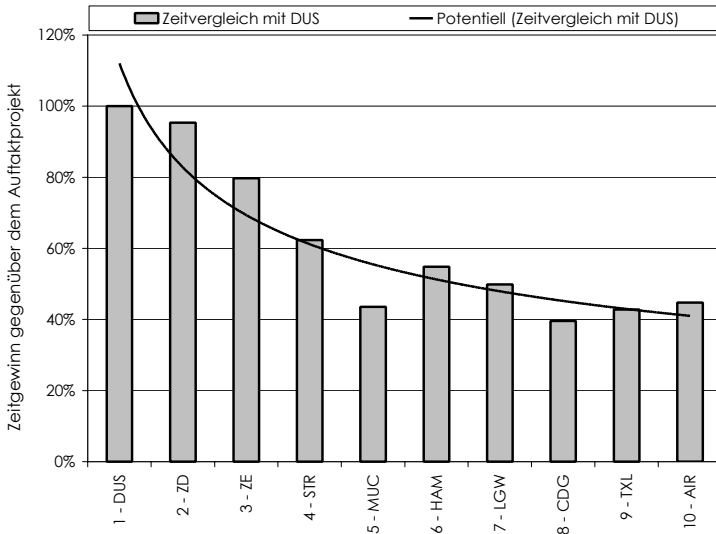


Abb. 6-3: Zeitgewinn der Folgeprojekte gegenüber dem Auftaktprojekt

Als Ergebnis zeigt sich, dass im zweiten Projekt gegenüber dem Auftaktprojekt nur 5% Zeitersparnis erzielt wurde, während in den folgenden Projekten zwischen 15% und 20% die Produktivität der Projektbearbeitung gesteigert werden konnte. Erst ab dem 5. Projekt nähert sich die Zeitverbesserung einem Grenzwert an. Demnach werden durch das zielgerichtete Vorgehen der ESPRIT-Systematik heute vergleichbare Projektergebnisse in weniger als der Hälfte der Zeit erarbeitet. Bildet man den Kehrwert dieser Aussage, so werden heute in der gleichen Zeit mehr als doppelt so viele Ergebnispunkte erarbeitet. Mit der sich andeutenden Konsolidierung kann schlussgefolgert werden, dass dies auch den absoluten Nutzwert der Systematik darstellt.

6.3 Vergleich mit der empirischen Erfahrungskurve

Zur Bewertung des tatsächlichen Nutzwerts der ESPRIT-Systematik wird die erzielte Zeitersparnis der empirischen Erfahrungskurve nach [REINHART 1998, S.3-12] gegenübergestellt werden. Gemäß dieser Erfahrungskurve kann bei jeder Verdopplung der identischen Wiederholung einer Tätigkeit durch Erfahrungsaufbau ein Zeitgewinn von 15% bis 20% erzielt werden. Da im Fall der ESPRIT-Systematik in den einzelnen Folgeprojekten jedoch keine völlig identischen Bedingungen vorlagen, wird in den weiteren Auswertungen der Zeitgewinn durch den reinen Erfahrungsaufbau mit 15% angenommen.

In der ausgewerteten Projektabfolge wurden einzelne Projekte teilweise durch neue Mitarbeiter durchgeführt (siehe Abb. 6-1). Deshalb werden in der nachfolgenden Auswertung die einzelnen Erfahrungskurven der Mitarbeiter zueinander versetzt angetragen. Mit der Bildung des Mittelwertes errechnet sich der gemeinsame Erfahrungsaufbau aller eingesetzten Mitarbeiter je Projekt, unter der Annahme, dass ein permanenter Erfahrungsaustausch stattfindet.

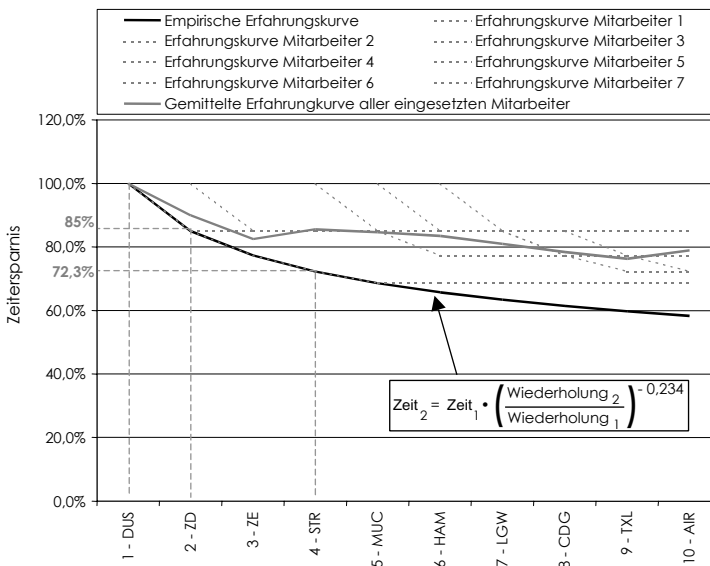


Abb. 6-4: Vergleich der gemittelten Erfahrungskurve mit der empirischen Erfahrungskurve nach [REINHART 1998, S.3-12]

Die empirische Erfahrungskurve [REINHART 1998, S.3-12] mit den gewählten Parametern zeigt bei jeder Verdopplung der Wiederholung den angenommenen Zeitgewinn von 15%. Dieser Erfahrungsaufbau würde sich in der Projektabfolge einstellen, wenn alle Projekte durch einen Mitarbeiter nacheinander bearbeitet werden. Da jedoch in der ausgewerteten Projektabfolge in einzelnen Projekten aus Kapazitätsgründen neue Mitarbeiter eingesetzt wurden (Projekte 2, 4, 5, 6 und 10), die erst in die Thematik eingearbeitet werden mussten, zeigt der gemittelte Erfahrungsaufbau aller Mitarbeiter einen geringeren Zeitgewinn pro Folgeprojekt.

Der gemittelte Erfahrungsaufbau repräsentiert den Zeitgewinn pro Folgeprojekt, der sich durch den reinen unsystematisierten Erfahrungsaufbau ergibt. Demnach zeigt sich der tatsächliche Nutzwert der ESPRIT-Systematik, wenn man den gemittelten Erfahrungsaufbau (ohne Systematik) dem real erzielten Zeitgewinn (mit Systematik) aus dem Projektvergleich (siehe Abb. 6-3) gegenüberstellt.

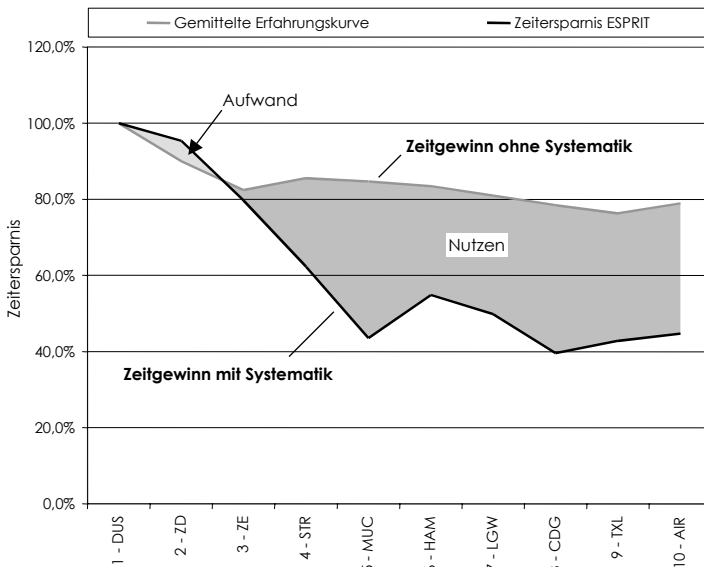


Abb. 6-5: Nutzen-Aufwand-Vergleich für die ESPRIT-Systematik

Im Vergleich des tatsächlichen Zeitgewinns mit der gemittelten empirischen Erfahrungskurve aus der Literatur zeigt sich, dass in den Anfangsprojekten noch Aufwand in die Entwicklung der Systematik und Werkzeuge investiert wurde. Bereits ab dem vierten und fünften Folgeprojekt konnte die ESPRIT-Systematik die Produktivität der Projektbearbeitung deutlich steigern. Ab dem sechsten Projekt zeigt sich im Zeitgewinn der ESPRIT-Systematik die bereits beschriebene Konsolidierung. Demnach wurden die letzten Projekte bis zu 50% produktiver abgewickelt als dies der reine Erfahrungsaufbau der empirischen Lernkurve vorgibt.

Zusammenfassend macht die Gegenüberstellung des quantitativen Projektvergleichs mit dem empirischen Erfahrungsaufbau deutlich, dass bereits nach dem zweiten Folgeprojekt die Systematisierung der Vorgehensweise und Werkzeuge zu einem Zeitgewinn führt. Der tatsächliche Nutzwert liegt ab dem vierten Folgeprojekt bei durchschnittlich ca. 40% Zeitersparnis gegenüber der Lernkurve.

6.4 Zusammenfassende Bewertung des Ansatzes

Die klar strukturierte Vorgehensweise der ESPRIT-Systematik und der abgestimmte Einsatz von statischen und dynamischen Planungswerkzeugen ermöglichen eine zielgerichtete und effiziente Durchführung von Reorganisationsprojekten. Gegenüber den klassischen Simulationsprojekten, die einen Zeitanteil von über 70% für Vorarbeiten, d.h. Projektdefinition, Datenbeschaffung und Modellaufbau, benötigen (siehe Kapitel 3.4.3.1), wird bei ESPRIT-Projekten bereits nach 30% Projektlaufzeit der Reorganisationsbedarf ermittelt und mit der Erarbeitung von Maßnahmen begonnen. Diese Zeitersparnis gilt gleichermaßen für Projekte, die von erfahrenen sowie neuen Mitarbeitern durchgeführt wurden.

Durch den Einsatz von Planungswerkzeugen zur Optimierung von Prozessen sowie der gegenseitigen Anpassung von Struktur und Prozess werden vielfältige Verbesserungsansätze generiert, die über die reine Variation von Simulationsparametern bei einem klassischen Simulationsexperiment weit hinausgehen. So zeigte sich in der quantitativen Bewertung der Projekte, dass sowohl das absolute Projektergebnis als auch das Projektergebnis bezogen auf die Laufzeit deutlich gesteigert werden konnte. Die hohe Akzeptanz der

Ergebnisse bei den Projektbeteiligten wird nicht zuletzt über die organisatorische Komponente des Ansatzes sichergestellt.

Neben der deutlichen Abgrenzung zu klassischen Simulationsprojekten zeigen sich durch die Spezialisierung auf Produktion und Logistik bei der ESPRIT-Systematik klare Vorteile gegenüber den allgemeinen Reengineering-Ansätzen. Die Standardisierbarkeit und die zahlenmäßige Erfassbarkeit der Prozesse von Produktion und Logistik ermöglichen den verstärkten Einsatz von quantifizierenden Werkzeugen. So werden bereits bei der Analyse die bestehenden Prozesse umfassend über statische und dynamische Daten erfasst. Durch die Bildung von spezifischen Prozesskennzahlen und dem Vergleich mit Best-Practise und den Unternehmenszielen kann der Reorganisationsbedarf fundiert und quantitativ für die Prozesse ermittelt werden, die sowohl für das Unternehmen als auch für den Kunden ein hohes Nutzpotalential aufweisen. Durch die Nutzung von Planungswerkzeugen bei der Reorganisation der Prozesse und der Simulation zur Optimierung der Steuerung und des Ressourceneinsatzes werden vielfältige Verbesserungsideen generiert. Ihre tatsächliche Wirksamkeit und Zusammenspiel im Gesamtsystem wird durch die Simulation noch vor Realisierung überprüft [LORENZEN 1997, S.3], was bei den allgemeinen Reengineering-Ansätzen nur vermutet werden kann. Durch die Berechnung der Prozesskosten können darüber hinaus bei konkurrierenden Zielen die unterschiedlichen Migrationsalternativen hinsichtlich ihres wirtschaftlichen Nutzens bewertet werden. Zudem werden durch die Simulation erreichbare Zielvorgaben berechnet und über die Prozesskennzahlen visualisiert. So wird über ihr Controlling bei der Realisierung sichergestellt, dass der berechnete Nutzen auch in der Praxis tatsächlich erreicht wird.

Die quantitative Auswertung des Zeitgewinns je ESPRIT-Projekt zeigte weiter, dass die zielgerichtete Vorgehensweise mit den einsatzoptimierten Werkzeugen eine ca. 40% schnellere Projektbearbeitung gegenüber dem reinen Erfahrungsaufbau ermöglichte. Durch den Zeitgewinn konnten vielfältigere statische und dynamische Lösungsansätze generiert und, über die quantifizierenden Werkzeuge, auf ihre Wirksamkeit bewertet werden. Hierdurch wird neben der schnelleren Projektbearbeitung auch das Risiko, das jeder Wandel mit sich bringt, deutlich reduziert.

Die Wirksamkeit des Ansatzes zeigt sich letztlich auch in den deutlichen Verbesserungspotentialen der durchgeführten Praxisprojekte (siehe Kapitel 5.3). Die systematische Ausrichtung auf den Wertschöpfungsprozess, die Reduktion

von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten, die gegenseitige Anpassung von Struktur und Prozess und die Optimierung von Steuerung und Ressourceneinsatz erzielen eine deutliche Reduktion der Durchlaufzeit. Die zeitoptimierten Prozesse stehen unmittelbar im kausalen Zusammenhang mit der Steigerung der Liefertreue, der Reduktion von Beständen und Flächen und der Entlastung von Kapazitäten. Zusammen mit der nachgewiesenen Produktivitätssteigerung wurde im Beispielunternehmen eine umfassende Entwicklung der Leistungsfähigkeit der Prozesse in den drei Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität erzielt.

Die Transparenz der Methode und Werkzeuge sowie die Dokumentation von Gestaltungsansätzen in der Produktion und Logistik ermöglichen auch eine Effizienzsteigerung von Reorganisationsprojekten in anderen Unternehmensbranchen. Durch den Einsatz der ESPRIT-Systematik und deren Werkzeuge können Reorganisationen in kürzerer Projektlaufzeit mit gesteigerter Qualität der Ergebnisse durchgeführt werden. Hierdurch wird durch die vorliegende Arbeit ein Beitrag geleistet, die Wandlungsfähigkeit der Unternehmen außerhalb der Flexibilitätsgrenzen effizienter zu gestalten.

7 Permanente Integration im Unternehmen

Gegenwärtig beschränkt sich die Anwendung der Reorganisationssystematik ESPRIT auf die Durchführung eines Projekts. Die hohe Dynamik des Markts erfordert jedoch mehr. So zeigte sich bei einzelnen Projekten, dass sich die Kundenstruktur bereits während der Projektbearbeitung massiv veränderte. Sollen Veränderungen dieser Art der Rahmenbedingungen nicht über kostspielige Flexibilitätsreserven ausgeglichen werden (siehe Kapitel 1.2), so muss das Unternehmen über mehrere Reorganisationszyklen dem Wandel Schritt halten.

Deshalb wird einleitend der gegenwärtige Entwicklungsstand der ESPRIT-Systematik dem Anspruch einer permanenten Reorganisation gegenübergestellt (Kapitel 7.1). Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde mit der Weiterentwicklung der ESPRIT-Werkzeuge begonnen. Hierbei erfolgte eine enge Zusammenarbeit mit Praxisvertretern und EDV-Entwicklern im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts MATVAR, das in Kapitel 7.2 kurz vorgestellt wird. Im Kapitel 7.3 wird das EDV-Konzept inhaltlich ausgeführt und im abschließenden Kapitel 7.4 einer Bewertung unterzogen.

7.1 Bilanz der ESPRIT-Projekte

Der Vergleich der durchgeführten Reorganisationsprojekte im Rahmen dieser Arbeit zeigte, dass die Standardisierung der Datenerhebung und des Modellaufbaus bereits eine deutliche Reduktion der vorbereitenden Tätigkeiten ermöglichte (siehe Kapitel 6.2). Dennoch werden bei den aktuellen Projekten für die LSG SkyChefs immer noch durchschnittlich mehr als acht Wochen für Vorbereitungen benötigt. Zudem wird nach Abschluss eines Projekts das Simulationsmodell archiviert und kommt in der Regel nicht wieder zum Einsatz.

Die beschriebenen hoch dynamischen Veränderungen der marktseitigen Rahmenbedingungen, insbesondere in der Catering-Branche, erfordern jedoch die permanente Anwendung von Reorganisationsmechanismen. Hierzu müssen die Prozesse nach der Realisierung der Maßnahmen fortlaufend beobachtet werden, um Abweichungen von der geplanten Leistungsfähigkeit zu erkennen und gezielt einwirken zu können. Auch die Literatur fordert, dass Reorganisationen aufgrund des Alterungsprozesses wiederholt auftreten und fest in den Unternehmen institutionalisiert werden müssen [VEITINGER 1997, S.16] [REINHART &

HOFFMANN 2000, S.190] [HIRSCHBERG 2000, S.65]. Strategie, Struktur und Kultur passen nie perfekt zueinander, das Streben nach Abstimmung kommt nie zu einem Ende [TUSHMANN & O'REILLEY 1998, S.30-44].

Um der Voraussetzung der kontinuierlichen Anwendung der ESPRIT-Systematik gerecht zu werden, müssen die Werkzeuge in die betriebliche EDV-Struktur implementiert werden, um jederzeit den Wandel sofort und zielgerichtet neu anstoßen zu können. Aktuelle Veröffentlichungen umschreiben diese Forderung mit den Begriffen ‚Digitalisierung der Fabrik‘ [WESTKÄMPER 2000] oder ‚Virtuelle Fabrik‘ [REINHART 2000B].

7.2 Der Forschungsverbund MATVAR

MATVAR – Materialflusssysteme für variable Fertigungssegmente im dynamischen Produktionsumfeld – ist ein Verbundforschungsprojekt, das im Rahmen des Programms ‚Produktion 2000‘ mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) über das Forschungszentrum Karlsruhe, Projekträger für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (PFT), gefördert wurde [GÜNTNER & REINHART 2000, S.1-2].

Ansatz des Projekts war ebenfalls der rasche Wandel in den Wirtschaftskreisläufen und die Erkenntnis, dass interne und zwischenbetriebliche logistische Probleme die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen zunehmend beeinflussen [BMBF 1995]. Deshalb wurde in fünf Arbeitspaketen mit der Entwicklung verschiedener technologischer Maßnahmen zur Schaffung einer neuen Flexibilität der Produktionseinrichtungen begonnen (siehe Abb. 7-1). Gegenstand des Arbeitspakets 4 war die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Einsatzplanung. Hierbei wurde das Erkennen von Ineffizienzen im bestehenden Materialflusssystem sowie die schnelle und zielgerichtete Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung der Produktion und Logistik in den Vordergrund gestellt. Zusammen mit dem Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik (fml) der TU-München und der OBTEC Steuerungstechnik GmbH wurde unter der Koordination des Instituts für Produktionstechnik GmbH (ifp) ein EDV-Konzept erarbeitet, womit die ESPRIT-Werkzeuge dauerhaft im Unternehmen implementiert werden können.

Für weitere Ausführungen zum Projekt sowie zu den erarbeiteten Ergebnissen der anderen Arbeitspakete sei auf [GÜNTNER & REINHART 2000] verwiesen.

Informations- und Datenmanagement (AP3):

- Entwicklung einer skalierbaren Informationstechnik für MF-Systeme
- Nutzung dezentraler Steuerungen bei der Routenplanung und Auftragsverwaltung
- Entwicklung von schnell und einfach konfigurierbaren Steuer- und Leittechniken für ein wandelbares MF-Netz

Methoden und Werkzeuge zur Einsatzplanung (AP4):

- Aufbau von Planungsregelkreisen
- Dynamischer Abgleich von Planung und Realität



Dynamische Fertigungsstrukturen (AP1):

- Aufbau einer produkt- und mengenflexiblen, segmentierten Fertigungsstruktur
- Bildung von dynamischen Strukturen aus bestehenden Systemen

Energetische, informatorische und physikalische Schnittstellen (AP5):

- Kombination bestehender und neuer MF-Systeme zu einem flexiblen MF-System
- Entwicklung einheitlicher Übergabestellen im MF-System mit kurzer Inbetriebnahme

Physikalische Logistik (AP2):

- Einbindung von MF-Komponenten in ein wandelbares MF-Netz
- Entwicklung eines rüstflexiblen und gestuft automatisierbaren Leichtfördersystems im Überflurbereich

Abb. 7-1: Ziele der Arbeitspakete [GÜNTNER & REINHART 2000, S.1-6]

7.3 Das EDV-Konzept zur permanenten Reorganisation

Basierend auf den Erfahrungen aus den ESPRIT-Projekten sowie einem Pilotprojekt bei der Firma Bosch-Siemens-Hausgeräte im Rahmen von MATVAR wurde mit der Entwicklung eines EDV-Systems begonnen. Zielsetzung ist hierbei, den gesamten Prozess der Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen durchgängig zu unterstützen. Für das Erreichen dieser Zielvorgabe wurden gemeinsam mit den Entwicklern und Anwendern aus MATVAR folgende Anforderungen an das EDV-Gesamtkonzept definiert.

Anforderungen an die EDV-basierte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen

- Datenübernahme aus dem informationstechnischen Umfeld der Produktion und Logistik
- Definition und Optimierung von Produktionsabläufen unter Berücksichtigung logistischer Aspekte
- Unterstützung der statischen Planung des Produktionssystems (Fabrikplanung)
- Auswahl und Dimensionierung des Logistiksystems
- Erprobung unterschiedlicher Steuerungsstrategien für das Produktions- und Logistiksystem
- Bewertung der Planungsalternativen anhand quantitativer Kriterien

Abb. 7-2: Anforderungen an das EDV-Konzept zur permanenten Reorganisation

Analysen zum Stand der Forschung im Bereich des ‚Business Process Redesigning‘ ergaben, dass es bis heute keine ausgereiften Softwarewerkzeuge gibt, die den Benutzer vor, während und auch nach der Modellierung des betrachteten Unternehmens unterstützen [JANUSZ 1998, S.3]. Deshalb wurde bei der Entwicklung dieses EDV-Konzepts die Systematik in den Vordergrund gestellt (vergleiche Anforderungen Kapitel 3.5). So wurden bei der Softwareentwicklung nicht nur Funktionalitäten programmiert, sondern die ESPRIT-Systematik stückweise in das Gesamtwerkzeug überführt. Hierdurch wird der spätere Anwender einerseits bei der Ausübung einzelner Tätigkeiten unterstützt, andererseits wird ihm ein strukturiertes Vorgehen vor, während und nach der Reorganisation an die Hand gegeben.

Das Gesamtkonzept gliedert sich in einzelne Software-Bausteine, die zueinander kompatibel sind. Hierdurch kann eine parallele Entwicklung der einzelnen Bausteine durch die Spezialisten erfolgen, ohne dass die Gesamtfunktionalität vernachlässigt wird.

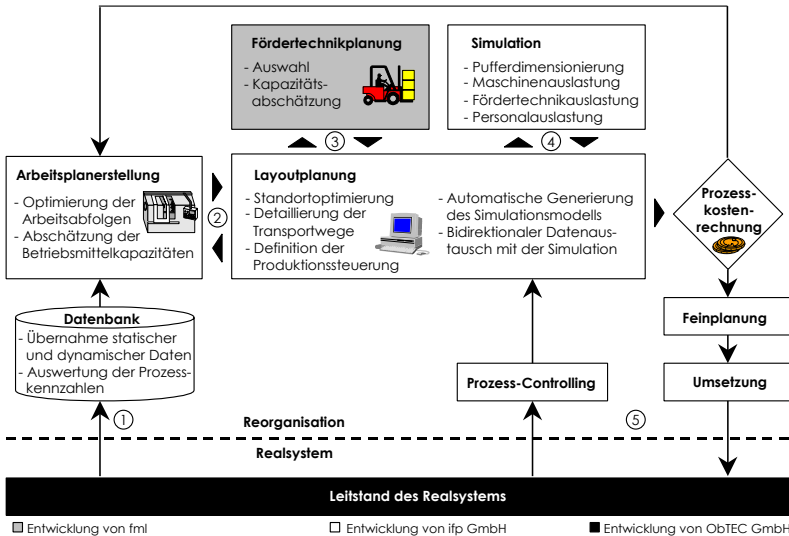


Abb. 7-3: Das EDV-Konzept zur permanenten Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen

Am Beginn der Reorganisation werden die aktuellen statischen und dynamischen Planungsdaten in die Datenbank übernommen. Da im Verbundprojekt MATVAR kein Hersteller eines PPS-Systems mit vertreten war, wurden für den Datentransfer zur Reorganisation und auch zum Leitstand einheitliche Formate entworfen. Durch die Nutzung von Importfunktionalitäten der beiden Datenbanksysteme kann diese Schnittstelle spezifisch angepasst werden.

Zudem sollen die aktuellen Messwerte für die Prozesskennzahlen in die Datenbank permanent übernommen und ausgewertet werden. Da auch das Kennzahlensystem fallspezifisch für die Schlüsselprozesse gestaltet werden muss (siehe Kapitel 4.4), erfolgt eine individuelle Anpassung der Standarddatenbank an den konkreten Anwendungsfall. Über die fortlaufende Beobachtung der Prozesskennzahlen und ihren Vergleich mit Best-Practise sowie den Unternehmenszielen wird ein Reorganisationsbedarf erkannt und der Wandel eingeleitet.

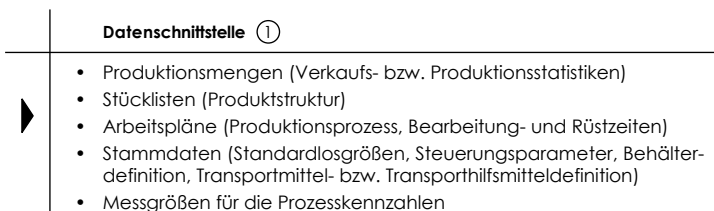


Abb. 7-4: Datentransfer Realsystem ▶ Reorganisation

Die übernommenen aktuellen Planungsdaten werden über die Datenbank in die Arbeitsplanerstellung eingelesen und zur Plausibilitätsprüfung visualisiert. Für die Entwicklung von Zukunftsszenarien können in diesem Programmbaustein Stückzahlen variiert oder neue Produkte definiert werden. Neben den Produktinformationen werden zudem die Betriebsmittel definiert, indem beispielsweise Kapazitäten verändert oder zusätzliche ergänzt werden. Zudem werden jedem Betriebsmittel seine ausführbaren Technologiearten zugeordnet sowie Detailinformationen (z.B. Fertigungstoleranzen) eingegeben. Die Vorgabe der Technologieart bietet dem Anwender bei der Arbeitsplandefinition für neue Produkte komfortable Unterstützung. Über die Auswahl der Bearbeitungstechnologie für einen Arbeitsvorgang werden ihm automatisch die zugehörigen Betriebsmittel angezeigt, wodurch sich der Suchaufwand deutlich reduziert. Über die direkte Kopplung zum Softwarebaustein der Layoutplanung können zudem die Materialflüsse automatisch im Layout graphisch visualisiert werden.

Der Schwerpunkt des Bausteins zur Arbeitsplanung wurde auf die materialflusstechnische Arbeitsplanoptimierung gelegt, also der Anpassung der Prozesse an die Struktur (siehe Kapitel 4.5.2). Hierfür wird bei der Visualisierung der Materialflüsse im Werkzeug zur Layoutplanung eine Distanzmatrix erstellt und an die Arbeitsplanerstellung übergeben. Zudem können über die definierten Technologiearten alternative Prozesse generiert werden, indem die Datenbank jeder Bearbeitungsfolge des Arbeitsplans alle technologisch zugelassenen Betriebsmittel zuordnet. Über die Nutzung der Detailinformationen kann der Anwender jedoch die Auswahl an alternativen Betriebsmitteln wieder reduzieren, wenn diese für eine produktspezifische Bearbeitungsaufgabe nicht geeignet sind. Für die verbleibenden Betriebsmittel werden durch die Datenbank alle möglichen Arbeitsplankombinationen gebildet und über die Distanzmatrix die Weglängen der Gesamtprozesse ermittelt. So wird dem Anwender die Möglichkeit gegeben, für jeden Arbeitsplan möglichst materialflusstechnisch günstige Betriebsmittel auszuwählen. Über eine statische Kapazitätsrechnung wird zudem sichergestellt, dass keines der Betriebsmittel überlastet wird. Die optimierten Arbeitspläne werden für die weitere Planung an die Layoutplanung übergeben.

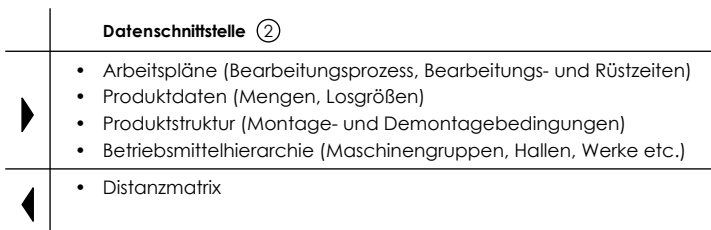


Abb. 7-5: *Datentransfer Arbeitsplanung ◀▶ Layoutplanung*

Die Anpassung der Struktur an die Prozesse erfolgt durch den Softwarebaustein der Layoutplanung, der auf ein CAD-System aufsetzt (siehe Abb. 3-23). So werden dem Anwender zunächst die optimierten Bearbeitungsprozesse in Form eines Materialflussschaubilds visualisiert. Über die verschiedenen Pfeilbreiten des Sankey-Diagramms können somit intensive, lange oder sich kreuzende Transportwege identifiziert und durch das Vertauschen von Betriebsmittelstandorten optimiert werden. Zur Entlastung des Planers von manuellen Tätigkeiten kommt im Rahmen dieses Bausteins der bereits beschriebene Optimierungsalgorithmus zum Einsatz. Da jedoch der Umzug von Standorten aufgrund von technischen und wirtschaftlichen Aspekten nur für Hauptprodukte

geeignet ist, kommen die Optimierungswerkzeuge der Arbeitsplanerstellung und der Layoutplanung wechselseitig zum Einsatz, wie dies bei der ESPRIT-Systematik vorgesehen wurde (siehe Kapitel 4.5.2). Nach der Festlegung einer möglichen Kombination von Layout und Prozess erfolgt im nächsten Schritt die Detaillierung der Transportwege, bevor die Planungsinformationen an die Fördertechnikplanung übergeben werden.

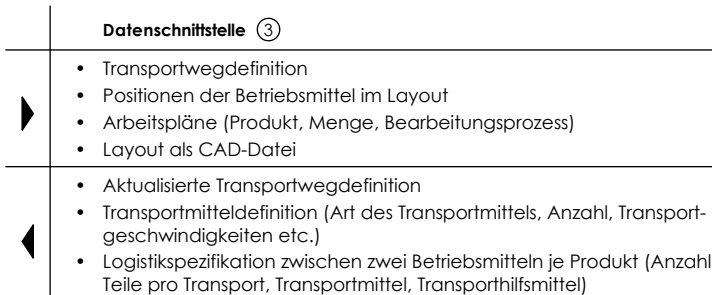


Abb. 7-6: Datentransfer Arbeitsplanung ◀▶ Fördertechnikplanung

Die Software-Entwicklung zur Fördertechnikplanung basiert ebenfalls auf einem CAD-System [ALLGAYER 2000]. Hierdurch können im ersten Schritt die übergebenen Planungsdaten erneut im Materialflussschaubild visualisiert werden, bevor der Anwender mit der graphisch-interaktiven Auswahl der Fördermittel (z.B. Stapler) und Förderhilfsmittel (z.B. Palette) beginnt. Für eine möglichst flexible Definition der Transporte können vom Anwender horizontale und vertikale Materialflussteilungen vorgenommen werden. Im Falle der vertikalen Teilung wird ein Materialfluss über mehrere Transportmittel nacheinander zwischen zwei Standorten transportiert („und“-Verknüpfung), während bei der horizontalen Teilung dies parallel erfolgt („oder“-Verknüpfung). Mit der Festlegung der Transport- und Transporthilfsmittel erfolgt eine statische Kapazitätsrechnung auf Basis der Lastfahrten. Da die Leerfahrten sowie die Leerguttransporte statisch nicht berechnet werden können, werden sie zunächst über einen Schätzwert berücksichtigt und erst später durch die Simulation exakt bestimmt. Die Ergebnisse der Fördertechnikplanung werden abschließend wieder an die Layoutplanung rückübertragen. Zusätzlich zur aktualisierten Wegdefinition werden die Transportmittelspezifikationen sowie die Logistikspezifikationen übergeben. Für detailliertere Informationen sei auf [ALLGAYER 2000] verwiesen.

Nach der Durchführung der Arbeitsplanoptimierung, der Layoutoptimierung und der Fördertechnikplanung sind alle statischen Faktoren des Produktions- und Logistiksystems festgelegt. Der statische Materialfluss kann nun über die durchgeführten Definitionen neben den Stückzahlen auch durch die Anzahl der Behälter oder Anzahl der Transporte im Sankey-Diagramm dargestellt werden.

Für die detaillierte Auslegung und Bewertung des Gesamtsystems wird im EDV-Konzept die Ablaufsimulation vorgesehen. Hierzu müssen neben den statischen Definitionen alle dynamischen Systemparameter festgelegt werden, wie beispielsweise das Schichtmodell, die Mindestlosgrößen, die Lieferantenspezifikation, das Ausfallverhalten der Betriebsmittel sowie geplante Wartungen und die geplante Auftragssteuerung. Basierend auf der bereits vorgestellten Schnittstelle von [LEHMANN 1996] (siehe Abb. 3-23) soll die automatische Modellgenerierung hinsichtlich der erweiterten Produktions- und Logistikfestlegungen weiterentwickelt werden. Ziel ist es, dass der Anwender bereits im CAD-System alle dynamisch relevanten Informationen über Dialogfenster eingibt und der Modellaufbau für die Simulation vollständig automatisiert wird. Nach der Durchführung des Simulationslaufs werden alle Ergebnisdaten wieder in das CAD-System rückübertragen und ausgewertet.

	Datenschnittstelle ④
▶	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsabläufe • Fördertechnikspezifikation • Steuerungsstrategien • Schichtmodelle und Personalzuordnung • Kunden- und Lieferantenverhalten
◀	<ul style="list-style-type: none"> • Förder- und Betriebsmittelauslastungen • Bestände und Durchlaufzeiten • Produktspezifischer Ressourceneinsatz und -verbrauch

Abb. 7-7: *Datentransfer Layoutplanung ◀▶ Simulation*

Durch die dynamische Simulation des Produktions- und Logistiksystems können sehr vielfältige Aussagen gewonnen werden. Die Schwierigkeit bei der Bewertung dieser Informationen liegt meist darin, dass konkurrierende Ziele, wie beispielsweise hohe Lieferbereitschaft versus geringe Bestände oder große Losgrößen versus geringe Durchlaufzeiten, miteinander verglichen werden müssen. Eine eindeutige Aussage hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit kann an dieser Stelle sehr gut durch die produktspezifische Auswertung der Prozess-

kosten erfolgen (siehe Kapitel 4.7.2). Zur Minimierung des Aufwands wird im Rahmen dieses EDV-Konzepts eine automatisierte Auswertung vorgesehen, indem durch die gewonnenen Informationen aus der Simulation neben den direkten Bearbeitungskosten auch die heute typischen Allgemeynkosten, wie beispielsweise Lagerkosten, Transportkosten, Instandhaltungskosten etc., produktspezifisch zugeordnet werden. Die Auswertung erfolgt über die graphische Darstellung der Wertschöpfungskurve eines Produkts (siehe Abb. 4-25), in der alle auf den Herstellungsprozess einwirkenden Faktoren monetär bewertet werden. Durch die Analyse der Kostenentwicklung im Produktions- und Logistikprozess können so gezielt Rationalisierungspotentiale erkannt werden. Letztlich ermöglicht der Vergleich der Herstellungskosten bei alternativen Konzepten die Auswahl der geeignetsten Variante.

Die effiziente Durchführung einer Reorganisation erfordert auch eine schnelle und zielgerichtete Realisierung der neuen Produktions- und Logistikprozesse durch die unmittelbare Weiterverwendung der Ergebnisse der Reorganisation. Deshalb wurde mit der Fa. ObTEC eine Schnittstelle zwischen den Werkzeugen der Reorganisation und dem Leitstand des Realsystems konzipiert.

	Datenschnittstelle ⑤
▶	<ul style="list-style-type: none"> • Transportwegdefinition (siehe ③) • Positionen der Betriebsmittel (siehe ③) • Arbeitspläne (siehe ③) • Logistikspezifikation (siehe ③) • Transportmittelspezifikation (siehe ③) • Detaillierte Kostensätze für Betriebs- und Transportmittel • Layout als CAD-Datei
◀	<ul style="list-style-type: none"> • Förder- und Betriebsmittelauslastungen (siehe ④) • Bestände und Durchlaufzeiten (siehe ④) • Produktspezifischer Ressourceneinsatz und -verbrauch (siehe ④)

Abb. 7-8: Datentransfer Layoutplanung ◀▶ Leitstand

Durch die Übergabe der aktualisierten Schnittstellendaten zwischen der Layoutplanung, in der das Produktionssystem spezifiziert wurde, und der Fördertechnikplanung, die das Logistiksystem präziserte, kann das bestehende Realsystem durch den Leitstand in den Soll-Zustand überführt werden. Wichtige Informationen sind hierbei die geänderten Betriebsmittelstandorte, Arbeitspläne oder Transportwegdefinitionen.

Für den späteren kostenoptimalen Betrieb wird zudem die Übergabe detaillierter Kostensätze an den Leitstand vorgesehen. Hierdurch kann bei alternativen Produktions- oder Transportsystemen im Betrieb entschieden werden, an welches System ein konkreter Auftrag übergeben wird.

Im Betrieb der neuen Produktions- und Logistikprozesse werden zudem vom Leitstand Betriebsdaten protokolliert. Die Übergabe der Protokolldaten an die Layoutplanung wurde hierbei so konzipiert, dass diese über die gleichen Funktionalitäten wie die Simulationswerte eingelesen werden können. Hierdurch kann jederzeit der Vergleich der mit der Simulation berechneten Parameter, wie beispielsweise Auslastungen von Betriebsmittel oder Fördertechnik, mit den tatsächlichen Protokolldaten des Produktions- und Logistiksystems stattfinden. Über das fortlaufende Prozess-Controlling werden zunächst bei der Migration Abweichungen zwischen Ziel- und Istwerten erkannt und mit präventiven Maßnahmen oder geänderten Vorgaben reagiert [FELDMANN & REINHART 1999, S.61] [VEITINGER 1997, S.68].

Über das automatisierte Controlling der Prozesskosten, sowie der Erhebung der fertigungswirtschaftlichen Prozesskennzahlen, wie beispielsweise Durchlaufzeiten oder Termintreue [WILDEMAN 1995], wird eine permanente Analyse des Produktions- und Logistiksystems über den gesamten Nutzungszyklus möglich, wie dies auch von [LORENZEN 1997, S.27] gefordert wurde. So kann unmittelbar beim Erkennen von Veränderungen, wie beispielsweise Abweichungen im geplanten Absatz [REINHART 2000B, S.189] oder den geplanten Prozesskosten, eine neue Reorganisationsschleife eingeleitet werden.

7.4 Umsetzung der ESPRIT-Systematik durch das EDV-Konzept

Durch das vorgestellte EDV-Konzept wird die entwickelte ESPRIT-Systematik zur Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen in ein umfassendes Softwarewerkzeug umgesetzt. Durch die direkte Datenübernahme aus dem Leitstand können die Ablaufphasen Evaluate und Simulate weitgehend automatisiert werden. Hierdurch stehen für die Reorganisation jederzeit die aktuellen statischen und dynamischen Planungsdaten zur Verfügung und zeitaufwendige Datenbeschaffungen und –aufbereitungen entfallen. Zudem wird der Aufwand für die Erzeugung eines Materialflussschaubilds und eines Simulationsmodells

durch die Softwarebausteine der Layoutplanung und Simulation deutlich reduziert. So wird die Voraussetzung geschaffen, den heutigen Zeitaufwand für vorbereitende Tätigkeiten auf voraussichtlich unter 20% der Gesamtzeit eines Reorganisationszyklus zu senken (siehe Abb. 3-18 und Abb. 6-1).

Durch die unmittelbare Datenverfügbarkeit kann zudem eine fortlaufende Bewertung der Leistungsfähigkeit der realen Prozesse durch die Prozesskennzahlen und die Prozesskosten ermöglicht werden. Hierdurch wird die **P**rocess-Phase zum permanenten Zustand, wodurch selbst langsame schleichende Abweichungen von den Zielgrößen unmittelbar erkannt werden und ein neuer Reorganisationszyklus eingeleitet werden kann.

Die Systembausteine zur Arbeitsplanerstellung und Layoutplanung dienen in der **R**eorganise-Phase zur Optimierung der Prozesse sowie zur gegenseitigen Anpassungen der Prozessen und der Struktur. Für das Ergebnis der statischen Optimierung erfolgt in der **S**imulate-Phase zunächst die Entwicklung einer geeigneten Produktions- und Logistiksteuerung bevor die Feinplanung der notwendigen Prozessfaktoren durchgeführt wird. Da die Schnittstelle zur Simulation eine automatische Modellgenerierung ermöglicht, werden diese Festlegungen in den Softwarebausteinen zur Fördertechnik- und Layoutplanung vorgenommen. Die Ergebnisse des Simulationslaufs werden in das Werkzeug zur Layoutplanung rückübertragen und ausgewertet, weshalb die Anwendung des Softwarewerkzeugs kein spezifisches Simulations-Know-how erfordern wird.

Durch den Einsatz der Ablaufsimulation können die geplanten Maßnahmen vor ihrer Realisierung validiert werden. Zudem werden detaillierte Informationen im Simulationslauf über das neue Produktions- und Logistiksystem gesammelt, die eine verursachungsgerechte Aufschlüsselung aller Kostenfaktoren ermöglichen. Ihre graphische Auswertung in Form von Wertschöpfungskurven ermöglichen in der **T**ransfer-Phase eine fundierte Auswahl der geeignetsten Maßnahmen, die über eine direkte Schnittstelle zum Leitstand unmittelbar in das reale System übergeben werden können. Mit der betriebsbegleitenden Erhebung der Protokolldaten des Produktions- und Logistiksystems schließt sich der Kreis der Reorganisation. So wird sichergestellt, dass die neuen Prozesse die geplante Leistungsfähigkeit auch tatsächlich erreichen. Zudem dient die Auswertung der permanenten **P**rocess-Bewertung zum Erkennen zukünftiger Abweichungen von den Zielvorgaben, um rechtzeitig und zielgerichtet erneute Maßnahmen einleiten zu können.

7.5 Abschließende Bewertung

Durch die entwickelte ESPRIT-Systematik und ihre Überführung in ein durchgängiges EDV-Konzept werden die Voraussetzungen geschaffen, um den permanenten Wandel von Produktion und Logistik in einem Unternehmen dauerhaft implementieren zu können. Hierdurch können die vorbereitenden Tätigkeiten weitgehend automatisiert werden, wodurch sie nur mehr einen geringen prozentualen Zeitaufwand eines Reorganisationszyklusses erfordern werden. Zudem wird durch den zielgerichteten Einsatz der ESPRIT-Werkzeuge die Ausarbeitung von Optimierungsmaßnahmen deutlich beschleunigt werden.

Neben dem reinen Zeitgewinn wird auch die Qualität der Reorganisationsmaßnahmen steigen. Durch die Verwendung der quantifizierenden Werkzeuge wird die Entscheidungsbasis klar verbessert. So geben die automatisch erhobenen Kennzahlen sowie die Prozesskosten die gegenwärtige Leistungsfähigkeit der Produktions- und Logistikprozesse wieder und helfen zum rechtzeitigen Erkennen von Ineffizienzen. Bei der Erarbeitung der Verbesserungsmaßnahmen werden durch die Werkzeuge zur Arbeitsplanerstellung, Layoutplanung und Fördertechnikplanung dem Anwender statische Vergleichsrechnungen angeboten, damit er bereits im frühen Stadium der Reorganisation alternative Maßnahmen sofort miteinander vergleichen kann. Die abschließende Auswahl der geeignetsten Verbesserungen erfolgt über die Simulation und die automatische Berechnung der Prozesskosten.

Auch bei der Realisierung wird das entwickelte EDV-Konzept helfen, die ausgewählten Maßnahmen über direkte Schnittstellen zum Leitstand schneller umzusetzen. Durch den deutlich gestrafften zeitlichen Ablauf einer Reorganisation vom Erkennen von Ineffizienzen bis zur Realisierung der Maßnahmen werden die hierarchisch umfassenden Reorganisationen zukünftig in inkrementelle und permanente Optimierungen überführt werden (siehe Abb. 2-4). Somit können mit der ESPRIT-Systematik sowohl Verbesserungen für Teilprozesse erarbeitet werden als auch ganze Betriebe bzw. Unternehmensbereiche reorganisiert werden.

Für weiterführende Informationen zu den einzelnen Programmbausteinen sei auf [ALLGAYER 2000] [KÖHLER & WERNER 1999] [KÖHLER & WERNER 2000] [WERNER 2000A] sowie [SCHUSTER 2000] verwiesen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Der Druck auf die Unternehmen zur marktseitigen Anpassung ist weiter gestiegen. Verbunden mit der zunehmend schlechteren Prognostizierbarkeit zukünftiger Anforderungen postulieren zahlreiche Veröffentlichungen eine Wandlungsfähigkeit außerhalb der planbaren Flexibilitätsreserven der Unternehmen [HARTMANN & SPIEWACK 1999] [REINHART & HOFFMANN 2000].

Der Bedarf an Reorganisationen ist also hoch, was auch Untersuchungen belegen (siehe Kapitel 1.1), und die Bereitschaft der Unternehmen zur Veränderung ist deutlich. Dennoch zeigen vielfältige Bestrebungen nur wenig Erfolg und ehrgeizige Zielvorgaben werden nicht realisiert. Die Ursachen hierfür liegen meist an der zu langsamen und trägen Durchführung der Reorganisationen. Die mit allgemeinen Methoden und iterativen Vorgehensweisen erarbeiteten Maßnahmen sind bereits bei ihrer Einführung schon wieder veraltet. Deshalb war das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung einer Systematik zur zielgerichteten, effizienten Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Leistungssteigerung gerade in diesen Unternehmensbereichen liefert die konsequente Prozessausrichtung. Die dargestellte historische Entwicklung der industriellen Arbeit zeigte, dass insbesondere die zweite und dritte industrielle Revolution zur verstärkten Arbeitsteilung führte. Gestützt auf ein unzureichendes Kostenkalkulationssystem – der Zuschlagskalkulation – weisen Produktion und Logistik bis heute überwiegend funktionale Strukturen auf. Der wirtschaftliche Vorteil der Prozessorientierung wird meist durch die unzureichende Aufschlüsselung der Gemeinkosten nicht transparent. Neben der nicht zeitgemäßen Struktur sprechen zwei weitere Faktoren für den hohen Reorganisationsbedarf in den Produktions- und Logistikprozessen vieler Unternehmen. So werden einerseits bei der Definition neuer Prozesse Potentiale nicht hinreichend genutzt, zum anderen bedingen die ständigen Veränderungen fortlaufend neue Anpassungen.

Die Festlegung neuer Produktions- und Logistikprozesse ist gegenwärtig ein implizites Aufgabengebiet der Arbeitsplanung. Die durchgeführte Analyse der eingesetzten Vorgehensweise sowie der genutzten CAP-Techniken machte deutlich, dass die Entwicklung eines Herstellungsprozesses und die Auswahl der Betriebsmittel rein nach technologischen Aspekten erfolgt. Eine systematisierte Berücksichtigung der resultierenden Prozesse erfolgt gegenwärtig nicht. Das Ergebnis sind meist lange, sich kreuzende und intransparente Prozesse.

Deshalb setzen Reorganisationen in Produktion und Logistik meist an dieser Stelle an. Ein Vergleich unterschiedlicher Vorgehensweisen zeigte jedoch deren allgemeinen Charakter. So existieren gegenwärtig nur Systematiken, die für ein breites Anwendungsfeld entwickelt wurden. Aus diesem Grunde kommen auch quantifizierende Werkzeuge nicht konsequent zum Einsatz, da sie sich beispielsweise bei Reorganisationen in Verwaltungsbereichen nur bedingt eignen. Produktion und Logistik hingegen weisen standardisierbare und zahlenmäßig erfassbare Prozesse auf. Deshalb müssen bei Reorganisationen gerade in diesen Unternehmensbereichen quantifizierende Werkzeuge, insbesondere die Simulation, systematisiert zum Einsatz kommen.

Vor diesem Hintergrund wurde die Systematik ESPRIT induktiv aus vielfältigen Reorganisationsprojekten in Produktion und Logistik entwickelt. Ihr Vorgehen gliedert sich in sechs Ablaufschritte.

Gegenstand der ersten Ablaufphase **E**valuate ist die statische Erfassung der Ist-Prozesse. So werden neben den statischen Plandaten über einen eigens entwickelten Prozess erfassungsbogen die bestehenden Produktions- und Logistikprozesse erhoben und im Layout als Materialflussschaubild graphisch dargestellt. Ergänzend zur statischen Analyse erfolgt die dynamische Erfassung des Ist-Zustands durch den Einsatz der Ablaufsimulation im Rahmen der **S**imulate-Phase. Das aufgebaute Modell liefert ein besseres Verständnis für den zeitlichen Ablauf sowie die Steuerung der bestehenden Prozesse und gibt dem Anwender vielfältige Analysemöglichkeiten. Die Auswertung der Daten und die Beurteilung der gegenwärtigen Leistungsfähigkeit ist Gegenstand der **P**rocess-Phase. Über die Klassifizierung der erhobenen Prozesse nach ihrer Bedeutung für den Kunden und das Unternehmen werden zunächst die relevanten Prozesse von den unterstützenden Prozessen differenziert. Die Quantifizierung der gegenwärtigen Prozessleistung in den drei Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität erfolgt über ein fallspezifisches Kennzahlensystem. Ihr Vergleich gegenüber Best-Practise und den Unternehmenszielen zeigt den Handlungsbedarf zur Reorganisation.

Analog zur statischen und dynamischen Erhebung des Ist-Zustands erfolgt die Optimierung der Prozesse in einem zweistufigen Vorgehen. Gegenstand der ersten Phase **R**eorganise ist die Optimierung der Prozesse. So werden zunächst über den Prozess erfassungsbogen nicht wertschöpfende Tätigkeiten erkannt und aus den Abläufen durch Adaptionen, Integrationen und Substitutionen eliminiert. Die resultierenden effizienten Prozesse werden im folgenden

mit der Struktur der Produktion synchronisiert, indem Prozess und Struktur wechselseitig aufeinander abgestimmt werden. Die Optimierung der Struktur steht für die physikalische Veränderung des Produktionslayouts. So werden durch einen automatischen Optimierungsalgorithmus materialflusstechnisch günstigere Betriebsmittelaufstellungen entwickelt und bewertet. Da jedoch der Umzug von Betriebsmitteln aufgrund von wirtschaftlichen und technischen Aspekten nur bei transportaufwendigen Prozessen vertretbar ist, wurde eine ergänzende Methodik zur Anpassung der Prozesse an die Struktur entwickelt. Sie nutzt definierte Technologiegruppen, über die zu jedem Arbeitsschritt eines Prozesses alternative Betriebsmittel vorgeschlagen und die Materialflüsse der jeweilig resultierenden Gesamtprozesse berechnet werden. Hierdurch wird dem Anwender die Möglichkeit gegeben, Arbeitspläne so zu verändern, dass sie sich materialflusstechnisch optimal in die bestehende Struktur einpassen.

Nach der statischen Optimierung von Prozess und Struktur erfolgt die dynamische Anpassung der Prozessfaktoren im Rahmen der Improve-Phase. So werden nach der Aktualisierung des Simulationsmodells an die neuen Prozesse gezielt geeignete Steuerungsstrategien für die unterschiedlichen Produkte und Prozesse entwickelt. Letztlich erfolgt die dynamische Feinplanung der Kapazitäten von aktiven und passiven Betriebsmitteln.

Die Bewertung alternativer Reorganisationsansätze erfolgt in der Transfer-Phase. Hierbei werden zunächst aus den vielfältigen Einzelmaßnahmen der statischen und dynamischen Optimierungen alternative Migrationsstrategien entwickelt. Da die wirtschaftliche Bewertung aufgrund der teilweise konkurrierenden Ziele allein mit dem Kennzahlensystem nicht möglich ist, erfolgt über die Simulation die Prozesskostenermittlung. Durch ihren Einsatz werden die typischen allgemeinen Kosten der Produktion und Logistik, wie beispielsweise Transport, Lager, Instandhaltung etc., verursachungsgerecht zugeordnet. Über den Vergleich der graphisch ausgewerteten Wertschöpfungskurven wird die wirtschaftlichste Migrationsstrategie erkannt. Zudem stehen bei ihrer Realisierung quantitativ ermittelte Zielgrößen zur Verfügung, über deren Controlling das tatsächliche Ausschöpfen der Potentiale gesichert wird.

Zur organisatorischen Umsetzung der ESPRIT-Systematik dient eine flexible Sekundär-Organisation. Über sie werden einerseits die globalen Zielsetzungen des Unternehmens auf alle Prozessteile transferiert und zum anderen die beteiligten Mitarbeiter aktiv in die Gestaltung und Realisierung mit einbezogen. Die Darstellung des Ansatzes in einem Praxisbeispiel belegt das hohe Nutzpo-

tential der spezialisierten und quantifizierenden ESPRIT-Systematik. Ihre transparente Vorgehensweise und Werkzeuge, eingebettet in das organisatorische Rahmenkonzept, führen zu einer breiten Akzeptanz sowohl bei den Mitarbeitern bzw. dem Betriebsrat als auch der Geschäftsführung. Zudem wird in der Praxis belegt, dass die simulierten Zielvorgaben auch tatsächlich realisiert wurden.

Neben dem deutlichen Nutzen in der Praxis zeigte der Projektvergleich von zehn durchgeführten Reorganisationen auf, dass durch die Systematisierung der Vorgehensweise und Werkzeuge die Effektivität der Projektabwicklung um ca. 40% stärker gesteigert werden konnte, als dies der reine Erfahrungsaufbau vorgibt. So werden für die aktuellen ESPRIT-Projekte weniger als die Hälfte der Zeit benötigt, um vergleichbare Ergebnisse zum Auftaktprojekt zu erzielen.

Eine weitere Effizienzsteigerung kann nur durch die permanente Integration der Werkzeuge in die EDV-Struktur der Unternehmen geleistet werden. Deshalb wurde der ESPRIT-Ansatz in ein EDV-Konzept umgesetzt. Neben der Automatisierung einzelner Funktionalitäten der Reorganisation wurde eine Möglichkeit zur festen Anbindung an das Realsystem über einen Leitstandsrechner aufgezeigt. So können nach der Übergabe der optimierten Prozesse und Parameter an den Leitstand fortlaufend Messwerte rückgewonnen und durch die Werkzeuge der Reorganisation ausgewertet werden. Hierdurch werden Abweichungen in den realen Prozessen zu den simulierten Zielvorgaben erkannt und unmittelbar ein neuer Reorganisationszyklus ausgelöst.

Mit der Entwicklung des EDV-Konzepts wurde letztlich die Voraussetzung geschaffen, die ESPRIT-Systematik zur simulationsgestützten Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen dauerhaft in den Unternehmensabläufen zu implementieren. Ein Ansatz, um die Wandlungsfähigkeit der Unternehmen außerhalb von Flexibilitätsreserven effizienter zu gestalten.

9 Literaturverzeichnis

AGGTELEKY 1980

Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. München: Carl Hanser 1980 (Bd. 1 Grundlagen, Zielplanung Vorarbeiten).

AGGTELEKY 1982

Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. Band 2: Betriebsanalyse und Feasibility-Studie. München: Carl Hanser 1982.

AIREY 2000

Airey, D.: Ein Lehrstuhl für Flugzeugnahrung? Interview in der Süddeutschen Zeitung Nr. 239, Seite V2/2 (17.10.2000).

ALLGAYER 2000

F. Allgayer: Computergestützte Planung von Materialflusssystemen. In: W. A. Günthner, G. Reinhart (Hrsg.): Abschlussbericht MATVAR. München: Herbert Utz Verlag Wissenschaft 2000.

ANGELI 1996

Angeli, H. (Red.): Marktchancen sichern – Ist die Simulation der richtige Weg? In: Fertigung o. Jg., 1996 / 1.

AWF 1968

AWF / REFA (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsvorbereitung. Teil 1: Arbeitsplanung. Berlin: Beuth 1968.

AWF 1985

AWF / REFA (Hrsg.): Integrierter EDV-Einsatz in der Produktion – Begriffe, Definitionen, Funktionszuordnungen. AWF – Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung e.V.. Eschborn: 1985.

BA&H 1993

Booz • Allen & Hamilton (Hrsg.): Business Process Redesign: An Owner's Guide. New York: (Verlag nicht bekannt) 1993.

BAUMGARTEN 1997

Baumgarten, H.; Wiegand, A.: Logistiktrends und –strategien: Ergebnisse einer aktuellen Umfrage. In: Hossner, R. (Hrsg.): Logistik Jahrbuch 1997. Düsseldorf: Vertragsgruppe Handelsblatt, 1997.

BAUR 1972

Baur, K.: Betriebsmittelzuordnung bei der Fabrikplanung. Dissertation Universität Stuttgart. Mainz: Krausskopf 1972.

BEITZ & KÜTTNER 1990

Beitz, W. (Hrsg.); Küttner, K.-H. (Hrsg.): Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau. 17. neu bearbeitete Auflage. Berlin u.a.: Springer 1990.

BMBF 1995

Rahmenkonzept Produktion 2000. Hrsg. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Bonn: 1995.

BMBF 1998

Delphi-Umfrage – Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Karlsruhe: 1998.

BOCK 1996

Bock, F.: Der Hochleistungsansatz von A. D. Little. In: Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

BOMM 1992

Bomm, H.-J.: Ein Ziel- und Kennzahlensystem zum Investitionscontrolling komplexer Produktionsanlagen. Dissertation Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München. Berlin: Springer, 1992. (iwb-Forschungsbericht 56).

BÖSENBERG & METZEN 1993

Bösenberg, D.; Metzen, H.: Lean Management. Vorsprung durch schlanke Konzepte. 4. Auflage. Landsberg/Lech: mi-Verlag 1993.

BRACHT & JANISCH 1991

Bracht, U.; Janisch, H.: Literaturübersicht Fabrikplanung 1990. In: Industriebau (1991) 5.

BRACHT & JANISCH 1996

Bracht, U.; Janisch, H.: Logistikgerechte Fertigungsplanung. VDI-Z (1996) 7/8.

BREMER & SPIEWACK 1999

Bremer, N.; Spiewack, M.: Blockaden brechen – Durch Veränderungen von Denkmustern Hürden bei der Restrukturierung überwinden. In: Maschinenmarkt 105, (1999) 5.

BRUHN 1992

Bruhn, M.: Integrierte Unternehmenskommunikation. Stuttgart: Poeschel 1992.

BUSSIEK 1993

Bussiek, J.: Unternehmensanalyse mit Kennzahlen. Wiesbaden: Gabler, 1993.

CAMP 1995

Camp, R.: Business Process Benchmarking. Finding and Implementing Best Practices. (Verlagsort nicht bekannt) ASQC Quality Press 1995.

CORSTEN 1993

Corsten, H.: Lexikon der Betriebswirtschaftslehre. 2., unwesentlich veränderte Auflage. München: Oldenburg 1993.

CRUX 1996

Crux, A.; Schwilling, A.: Business Reengineering – Ein Ansatz der Roland Berger & Partner GmbH. In: Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

DAENZER & HUBER 1997

Daenzer, W. F.; Huber, F. (Hrsg.): Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel und Massow: Systems Engineerings. Methodik und Praxis. 9. Auflage. Zürich: Verlag Industrielle Organisation 1997.

DANGELMAIER ET AL. 1993

Dangelmaier, W.; Warnecke, H.-J.; Wiedemann, H. (Hrsg.): Modell der Fertigungssteuerung. Deutsches Institut für Normung (DIN) e.V.. Entwicklung zur Normung von CIM. Berlin: Beuth 1993.

DANKL 1998

Dankl, M.: Konzept zur Erstellung eines materialflusstechnisch optimierten Arbeitsplans. Semesterarbeit: Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München 1998.

DAVENPORT 1990

Davenport, T. H.; Short, J. E.: The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. In: *Solar Management Review Summer* o. Jg., (1990) o. Nr.

DAVENPORT 1993

Davenport, T. H.: *Process Innovation – Reengineering Work through Information Technologie*. Boston, Massachusetts: Ernst & Young 1993.

DEBUSCHEWITZ 1998

Debuschewitz, M.: Integrierte Methodik und Werkzeuge zur herstellkostenorientierten Produktentwicklung. Dissertation Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München. Berlin u.a.: Springer, 1998. (iwb-Forschungsbericht 118).

DEBUSCHEWITZ & WERNER 1997

Debuschewitz, M.; Werner, M.: Verlagerung konstruktiver Arbeitsinhalte in die Produktion (GdP). In: Lohrscheider, B.; Unger, H.; Henning, K. (Hrsg.): *Möglichkeiten der gegenseitigen Beteiligung an Produktion und Konstruktion*. Aachen: Verlag der Augustinus Buchhandlung 1997.

DILLING 1990

Dilling U.: Planung von Fertigungssystemen unterstützt durch die Wirtschaftlichkeitssimulation. Dissertation Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München. Berlin: Springer, 1990. (iwb-Forschungsbericht 59).

DIN 19222 1995

DIN 19222: *Leittechnik, Begriffe: Messen, Steuern, Regeln, Prozesse*. Beuth 1995.

DIN ISO 9001 1994

DIN ISO 9001: *Qualitätsmanagementsysteme, Modelle zur Qualitätssicherung / QM-Darlegung in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung*. Beuth 1994.

DRUCKER 1996

Drucker, P. F.: Umbruch im Management – Was kommt nach dem Reengineering? Düsseldorf: ECON 1996.

EFQM 1995

EFQM (European Foundation of Quality Management, Hrsg.): Selbstbewertung Richtlinien. (Verlagsort nicht bekannt) Pabo Print Netherlands 1995.

EVERSHEIM & SCHUH 1996

Eversheim, W.; Schuh, G.: Betriebshütte, Produktion und Management. Berlin u.a.: Springer 1996

EVERSHEIM 1989

Eversheim, W.: Organisation in der Produktionstechnik. Bd. 3: Arbeitsvorbereitung. 2. Aufl. Düsseldorf: VDI-Verlag 1989.

EVERSHEIM & FUHLBRÜGGE 1993

Eversheim, W.; Fuhlbrügge, M.: Kostenbewertung flexibler Fertigungssysteme. In: Flexible Fertigungssysteme, Schriften zur Unternehmensführung Nr. 46. Wiesbaden: Gabler Verlag 1993.

EVERSHEIM ET AL. 1994

Eversheim, W.; Boctler, W.; Laufenberg, L.: Methods and Models for Integrated Modelling of Products and Processes. Production Engineering – Annals of the German Academic Society for Production Engineering. Vol I/2 (1994).

EVERSHEIM ET AL. 1996

Eversheim, W. u.a.: Prozessgestaltung – Ermittlung und Einführung von Rationalisierungsmaßnahmen in der Arbeitsplanung. In: Eversheim, W.; Schuh, G.: Betriebshütte – Produktion und Management. 7. völlig neu bearbeitete Aufl. Berlin u.a.: Springer 1996.

FAßHAUER 1995

Faßhauer, R.: Die Bedeutung von Benchmarking-Analysen für die Gestaltung von Geschäftsprozessen. In: Benchmarking – Praxis in den deutschen Unternehmen. Berlin: Springer 1995.

FELDMANN 2001

Feldmann, K.: Simulationsgestützte Wirtschaftlichkeitsanalysen. Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg: www.faps.uni-erlangen.de/ 2001.

FELDMANN & REINHART 1997

Feldmann, K.; Reinhart, G.: Simulation – Schlüsseltechnologie der Zukunft? München: Herbert Utz Verlag 1997.

FELDMANN & REINHART 1999

Feldmann, K.; Reinhart, G. (Hrsg.): Simulationsbasierte Planungssysteme für Organisation und Produktion. Berlin u.a.: Springer 1999.

FELDMANN & SCHLÖGL 1999

Feldmann, K.; Schögl: Aufbau und Anwendung maschinennaher Referenzmodelle für die Ablaufsimulation. In: Feldmann, K.; Reinhart, G. (Hrsg.): Simulationsbasierte Planungssysteme für Organisation und Produktion. Berlin u.a.: Springer 1999.

FILZ 1989

Filz, B; u.a.: Kennzahlensystem für die Distribution. Köln, TÜV-Verlag 1989.

FRESE & VON WERDER 1994

Frese, E.; von Werder, A.: Organisation als strategischer Wettbewerbsvorteil – Organisationstheoretische Analyse gegenwärtiger Umstrukturierungen. In: Frese, E.; Maly, W. (Hrsg.): Organisationsstrategien zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit: Lösungen deutscher Unternehmen. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 46. Sonderheft 33 (1994).

GAITANIDES ET AL. 1994

Gaitanides, M.; Scholz, R.; Vrohling, A.; Raster, M.: Prozessmanagement – Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen des Reengineering. München: Carl Hanser Verlag 1994.

GAUSEMEIER ET AL. 1996

Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O.: Szenario-Management; Planen und Führen mit Szenarien. 2. Auflage. München: Carl Hanser 1996.

GERPOTT & WITTKEMPER

Gerpott, T.J.; Wittkemper, G.: Business Process Redesign. Der Ansatz von Booz Allen & Hamilton (BA&H). In: Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

GOLDSTEIN 1999

Goldstein, B.: Modellgestützte Geschäftsprozeßgestaltung in der Produktentwicklung. München: Utz, Wiss., 1999 (iwb Forschungsberichte Nr. 123).

GROLL 1991

Groll, K.-H.: Erfolgssicherung durch Kennzahlensysteme. 4., erweiterte Auflage. Freiburg: Haufe 1991.

GÜNTHER & TEMPELMEIER 1996

Günther, H.-O.; Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik. Dritte, überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin u.w.: Springer 1996.

GÜNTHNER & ALLGAYER 1997

Günthner, W.; Allgayer, F.: Forschungsverbundprojekt MATVAR ist angelaufen. Logistik im Unternehmen. Nr. 10 (1997)

GÜNTHNER & REINHART 2000

Günthner, W.; Reinhart, G. (Hrsg.): Das Forschungsprojekt MATVAR. Abschlussbericht. München: Herbert Utz Verlag Wissenschaft 2000.

HAASIS 1993

Haasis, S.: CIM. Einführung in die rechnerintegrierte Produktion. München, Wien: Carl Hanser Verlag 1993.

HABICHT 1999

Habicht, Ch.: Entwicklung einer Kennzahlensystematik zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Cateringbetrieben im Rahmen simulationsgestützter Unternehmensrestrukturierung. Diplomarbeit: Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München 1999.

HAMMER & CHAMPY 1993

Hammer, M.; Champy, J.: Reengineering the Corporation. New York: (Verlag nicht bekannt) 1993.

HAMMER & CHAMPY 1994

Hammer, M.; Champy, J.: Business Reengineering. Die Radikalkur für das Unternehmen. Frankfurt: (Verlag nicht bekannt) 1994.

HAMMER & STANTON 1995

Hammer, M.; Stanton, S. A.: Die Reengineering Revolution – Handbuch für die Praxis. Frankfurt: Campus Verlag 1995.

HAMMER 1999

Hammer, M.: Das prozesszentrierte Unternehmen – Die Arbeitswelt nach dem Reengineering. München: Wilhelm Heyne Verlag 1999.

HARRINGTON 1991

Harrington, H.-J.: Business Process Improvement. New York: McGraw-Hill 1991.

HARTMANN & SPIEWACK 1999

Hartmann, M.; Spiewack, M.: Wandlungsfähigkeit. In: Kühnle, H. (Hrsg.): Stratema – Wachstumsstrategien durch marktorientierte Wandlungsfähigkeit und produktnaher Dienstleistung. Stratema 1 (1999) 1.

HEINEN 1991

Heinen, E.: Industriebetriebslehre. Entscheidungen im Industriebetrieb. 9., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler 1991.

HENN & KÜHNLE 1996

Henn, G.; Kühnle, H.: Strukturplanung – Der Strukturierungsprozess. In: Eversheim, W.; Schuh, G.: Betriebshütte, Produktion und Management. Berlin u.a.: Springer 1996.

HERRMANN 1996

Herrmann, F.: Efficiency by Design. In: Airport Logistics, Eindhoven. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996 (VDI-Bericht 1293).

HERP & BRAND 1996

Herp, T.; Brand, S.: Reengineering aus Management-Sicht. In Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

HIRSCHBERG 2000

Hirschberg, A.: Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung. München: Utz, Wiss., 2000 (iwb Forschungsberichte Nr. 129).

HUMMEL 1980

Hummel, T.; Kurras, K.; Niemeyer, K.: Kennzahlensysteme zur Unternehmensplanung. Zeitschrift für Organisation 40 (1980) 2

IAO 2000

Fraunhofer IAO, IAT Universität Stuttgart. www.lis.iao.fhg.de/scm/. Kapitel 1: „Hintergrundwissen“. 24.11.2000.

IMK 1998

Institut für Medienentwicklung und Kommunikation (Hrsg.): Wie Unternehmen erfolgreich reorganisieren – Die Bewertung von teamorientierten Arbeitsstrukturen aus Expertensicht. Frankfurt: Eigenverlag 1998.

JANUSZ 1998

Janusz, B.: Modellbasierte Reorganisation von Geschäftsprozessen. Fortsch.-Ber. VDI-Reihe 16 Nr. 97. Düsseldorf: VDI Verlag 1998.

KEARNEY 1994

Kearney, A.T.: VDI Bericht 660.

KETTNER ET AL. 1984

Kettner, H. u.a.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung. München: Carl Hanser 1994.

KIRSCH ET AL. 1979

Kirsch, W.; Esser, W.; Gabele, E.: Das Management des geplanten Wandels. Stuttgart 1979.

KOEPFER 1991

Koepfer, T: 3D-graphisch-interaktive Arbeitsplanung – Ein Ansatz zur Aufhebung der Arbeitsplanung. München: Springer 1991 (iwb Forschungsbericht Band 40).

KOHLER & WERNER 1999

Kohler, U.; Werner, M.: Mit Prozessdaten lassen sich Abläufe optimieren. Industrieanzeiger (1999) 5.

KOHLER & WERNER 2000

Kohler, U.; Werner, M.: Durchgängige Produktions- und Logistikplanung. In: W. A. Günthner, G. Reinhart (Hrsg.): Abschlussbericht MATVAR. München: Herbert Utz Verlag Wissenschaft 2000.

KOHLER 1994

Kohler, U.: Rechnergestützte Materialflussplanung und Layout-optimierung. Diplomarbeit: Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München 1994.

KOHLER 1997

Kohler, U.: Effizientes Planen senkt die Produktionskosten. Durchgängige Materialfluss- und Logistikplanung. Fachzeitschrift Industrieanzeiger 10/97.

KORTÜM 2000

Kortüm, F.-J.: Vom Systemlieferanten zum Total Process Partner (ToPP). Erfolgsfaktoren im Wandels des Marktes. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H. (Hrsg.): Münchner Kolloquium: ... nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. München: UTZ 2000.

KRAMER 1996

Kramer, O.: Entwicklung einer Methodik zur Produktivitätsbewertung und Aufbau eines Benchmarkings- und Planungs-Werkzeugs. Diplomarbeit: Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München. München: 1996.

KREUZ 1996

Kreuz, W.: Transforming the Enterprise – Die nächste Generation des Business Reengineering. In: Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

KUDLICZA 2000

Kudlicza, P.: Spielwiese für Experimente und Analysen. Fachzeitschrift Industrie Nr. 14 (13. bis 26. Juli 2000).

KUHN ET AL. 1997

Kuhn, A.; Reinhart, A.; Wiendahl, H.-P. (Hrsg.): Handbuch Simulationsanwendungen in Produktion und Logistik. 4. Auflage. München: Carl Hanser 1997.

LACHNIT 1976

Lachnit, L.: Zur Weiterentwicklung betriebswirtschaftlicher Kennzahlensysteme. Zeitschrift für betriebswissenschaftliche Forschung, 28 (1976).

LAMPARTER 1994

Lamparter, D.: Die Umkehr der Manager. Die Zeit (8. April 1994) 15.

LAY ET AL. 1997

Lay, G.; Kinkel, S.; Mies, C.: Alle reden – wenige Handeln. In: Lay, G.; Mies, C. (Hrsg.): Erfolgreich reorganisieren. Berlin: Springer 1997.

LEHMANN 1996

Lehmann, H.: Integrierte Materialfluss- und Layoutplanung durch Kopplung von CAD- und Ablaufsimulationssystem. Dissertation Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München. Berlin u.a.: Springer, 1996. (iwb-Forschungsbericht 105).

LEINBACH 1997

Leinbach, S.: Neue Wege erproben in virtuellen Welten. In: Industrieanzeiger 119, (1997) 6.

LINNER 1993

Linner, S.: Konzept einer integrierten Produktentwicklung. Dissertation Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München. Berlin u.a.: Springer, 1993. (iwb-Forschungsbericht 88).

LORENZEN 1997

Lorenzen, J.: Simulationsgestützte Kostenanalyse in produktorientierten Fertigungsstrukturen. Dissertation Institut für Werkzeug-

maschinen und Betriebswissenschaften TU München. Berlin: Springer, 1997. (iwb-Forschungsbericht 107).

LSG 1998

LSG Lufthansa Service Holding AG (Hrsg.): Konzerngeschäftsbericht 1998.

LUDSTECK 2000

Ludsteck, W.: Die Fabrik der Zukunft hängt am Internet. Süddeutsche Zeitung Nr.123 (29. 5. 2000).

MALUCHE 1979

Maluche C.: Entwicklung eines Kennzahlensystems für den Produktionsbereich auf der Basis sekundär-statischer Daten. Dissertation RWTH Aachen 1979.

MÄRZ 1983

März, T.: Interpendenzen in einem Kennzahlensystem. München: V. Florenz 1983.

MERTINS ET AL. 1991

Mertins, K.; Süssenguth, W.; Jochem, R.: Modellierungsmethoden für rechnerintegrierte Produktionsprozesse. München: Hanser 1994.

METZEN 1994

Metzen, H.: Leidensweg. Manager Magazin (1994) 11.

MIESBACH 1999

Miesbach, J.: Gedanken über Trends und Schlagwort-Rezepte in der Logistik. In: Logistik im Unternehmen 13 (1999) 6.

MILBERG 1994

Milberg, J.: Unsere Stärken stärken – Der Weg zur Wettbewerbsfähigkeit und Standortsicherung. In: Milberg, J.; Reinhart, G. (Hrsg.): Unsere Stärke stärken – Der Weg zur Wettbewerbsfähigkeit und Standortsicherung. Landsberg/Lech: mi-Verlag 1994.

MILBERG 1997

Milberg, J.: Produktion – Eine treibende Kraft für unsere Volkswirtschaft. In: Reinhart, G. (Hrsg.); Milberg, J. (Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwung – Information, Inspiration, Innovation, München. Landsberg: Moderne Industrie 1997.

MINOLLA 1975

Minolla, W.: Rationalisierung in der Arbeitsplanung – Schwerpunkt Organisation. Aachen: 1975 (Dissertation RWTH Aachen).

MÖßMER 1998

Mößmer, H.: Tagung: Simulation und Visualisierung '98 mit: Einsatz der Simulation bei zeitrelevanten Produktionsstrukturen. Magdeburg 1998.

MÜLLER 1993

Müller, S.: Entwicklung einer Methode zur prozessorientierten Reorganisation der technischen Auftragsabwicklung komplexer Produkte. Aachen: Shaker 1993 (Berichte aus der Produktionstechnik).

MURR 1999

Murr, O.: Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen. München: Utz, Wiss., 1999 (iwb Forschungsberichte Nr. 130).

NIPPA & PICOT 1996

Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

NIPPA 1996

Nippa, M.: Anforderungen an das Management prozessorientierter Unternehmen. Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

NOCHE & WENZEL 1991

Noche, B.; Wenzel, S.: Marktspiegel Simulationstechnik in Produktion und Logistik. Köln: Verlag TÜV Rheinland 1991.

OLFERT 1984

Olfert, K.; Steinbuch, P.A.: Fertigungswirtschaft. Ludwigshafen: Kiel 1984.

OSTERLOH & FROST 1998

Osterloh, M.; Frost, J.: Prozessmanagement als Kernkompetenz. Wie Sie Business Reengineering strategisch nutzen können. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler 1998.

PFEIFER 1993

Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement. München: Hanser 1993

PFEIFFER & WEISS 1994

Pfeiffer, W.; Weiss, E.: Lean Management. Grundlagen der Führung und Organisation lernender Unternehmen. Berlin: Erich Schmidt Verlag 1994.

PFOHL 1999

Pfohl, H.-Ch.; Häusler, P.; Koldau, A.: Qualität distributionslogistischer Leistungen: Empirische Ergebnisse aus der Unternehmensbefragung und Fallstudien. In: Hossner, R. (Hrsg.): Logistik Jahrbuch 1999. Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt 1999.

PHILLIPS 1994

Phillips (Hrsg.): Prozessmanagement. Phillips Quality. Eindhoven: (Verlag nicht bekannt) 1994.

PICOT & BÖHME 1996

Picot, A.; Böhme, M.: Zum Stand der prozessorientierten Unternehmensgestaltung in Deutschland. In: Nippa, M. (Hrsg.); Picot, A. (Hrsg.): Prozessmanagement und Reengineering – Die Praxis im deutschsprachigen Raum. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1996.

PIERER 1998

v. Pierer, H.: Siemens – die Kraft des Neuen. Mit Innovationen Wettbewerbsfähigkeit sichern. Statement auf dem Fachpressetag zur Hannover Messe 1998, 20. Januar 1998.

POHL 1998

Pohl, M.: Schneller und besser – 20-Keys-Programm zur Unternehmensentwicklung sichert die Wettbewerbsfähigkeit. In: Maschinenmarkt – Das Industriemagazin 104, 1998 / 9

PÜMPIN 1992

Pümpin, C.: Strategische Erfolgspositionen. Bern: Haupt 1992. In: Eversheim, W.; Schuh, G.: Betriebsstätte – Produktion und Management. 7. völlig neu bearbeitete Aufl. Berlin u.a.: Springer 1996.

RADKE 1970

Radke, M.: Kennzahlen. In: Management Enzyklopädie Bd. 3. München: Hanser 1970 S.854-864.

RAUH 1998

Rauh, E.: Methodische Einbindung der Simulation in die betrieblichen Planungs- und Entscheidungsabläufe. Bamberg: Meisenbach 1998 (Dissertation Fertigungstechnik – Erlangen 79).

REFA 1973

REFA: Handbuch der Arbeitsvorbereitung. Teil 1: Arbeitsplanung. Berlin: Beuth, 1973.

REFA 1978

REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Band 1: Grundlagen. München: Carl Hanser Verlag 1978.

REFA 1987

REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation. Planung und Gestaltung komplexer Produktionssysteme. München: Carl Hanser Verlag 1987.

REFA 1990

REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation. Planung und Gestaltung komplexer Produktionssysteme. 2. Auflage. München: Carl Hanser Verlag 1990.

REICHMANN 1990

Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen: Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption. 2., verbesserte Auflage. München: Vahlen, 1990.

REINHART & GOLDSTEIN 1995

Reinhart, G.; Goldstein, B.: Modellierung der Produktion – eine ganzheitliche Aufgabe. Vortrag FORSYS – Kolloquium 18.10.1995.

REINHART & HOFFMANN 2000

Reinhart, G.; Hoffmann, H. (Hrsg.): Münchner Kolloquium: ... nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. München: UTZ 2000.

REINHART & SELKE 1999

Reinhart, G.; Selke, C.: Effiziente Erstellung von Simulationsmodellen durch Integration ins informationstechnische Umfeld. In: Feldmann, K.; Reinhart, G. (Hrsg.): Simulationsbasierte Planungssysteme für Organisation und Produktion. Berlin u.a.: Springer 1999.

REINHART 1997

Reinhart, G.: Von der Information zur Innovation. In: wt-Produktion und Management 86 (1997).

REINHART 1998

Reinhart, G.: Werkzeugmaschinen I. Vorlesungsskript. Insitut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften. TU-München. München: 1998.

REINHART 2000A

Reinhart, G.: Denken und Handeln wandeln. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H. (Hrsg.): Münchner Kolloquium: ... nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. München: UTZ 2000.

REINHART 2000B

Reinhart, G.: Mit dem Kopf durch die Wende? Produktionstechnische Konzepte für reaktionsfähige Unternehmen. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H. (Hrsg.): Münchner Kolloquium: ... nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. München: UTZ 2000.

REINHART ET AL. 1999

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S; Hirschberg, A.; Selke, C: Wandel – Bedrohung oder Chance? Sollen Unternehmen Turbulenz vermeiden oder beherrschen. io-management 68 (1999) 5.

REISER 1996

Reiser, G. (Red.): LSG – Attraktive Cateringpreise durch uneingeschränktes Kostenmanagement. CMM Catering Management Magazin 4 (1996) 10.

REITHOFER 1997

Reithofer, W.: Ein System für den modularen Entwurf und die Simulation von K-CIMOSA-Unternehmensmodellen. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 20 nr. 253. Düsseldorf: VDI-Verlag 1997.

REMBOLD ET AL. 1990

Rembold, U.; Bien, A.; Fehrle, L.; Fischer, H.; Hörmann, K.; König, H.; Mally, K.; Rohmer, K.: CAM-Handbuch. Berlin u.a.: Springer 1990.

ROZENFELD 1988

Rozenfeld, H.: Rechnergestützte Arbeitsplanerstellung für komplexe prismatische Großwerkstücke. Dissertation RWTH Aachen 1988.

RUNGE 1995

Runge, J.H.: Reengineering – ein bedeutender TQM-Baustein. In: Process Reengineering als Bestandteil der TQM-Strategie. Conference Proceedings of European Organization for Quality (EOQ), Beitrag DOQ. München: (Verlag nicht bekannt) 23. Und 24. März 1995.

SCHATTNEY 1998

Schattney, G.: Als erstes Abschied von gewohnten Privilegien. In: Industrieanzeiger 120, (1998) 7.

SCHMID 1998

Schmid, R.: Diskrete Simulation in der Produktion. Diplomarbeit: Labor für Simulation in der Produktion. FH-Rosenheim 1998.

SCHÜRRLE 1996

Schürdle, L.-H.: Prozeßorientierte Kennzahlen als Analyseinstrument. Aachen: Shaker, 1996.

SCHUSTER 2000

Schuster, G.: Konfigurierbare Materialflussteuerung für das dynamische Produktionsumfeld. In: Günthner, W.; Reinhart, G. (Hrsg.): Das Forschungsprojekt MATVAR. Abschlussbericht. München: Herbert Utz Verlag Wissenschaft 2000.

SEECK 1999

Seeck, S.: Prozessorientierung stärkt Logistik: Reengineering-Konzepte greifen. In: Logistik im Unternehmen 13 (1999)

SELLMER 2000

Sellmer, U.: Die Logistikkette weiter verbessern. In: FM Fracht + Materialfluss (6/2000).

SERVATIUS 1994

Servatius, H.-G.: Reengineering-Programme umsetzen: Von erstarrten Strukturen zu fließenden Prozessen. Stuttgart: Schäffer-Poeschl 1994.

SIEBERT 1997

Siebert, G.: Prozess-Benchmarking. Methoden zum branchen-unabhängigen Vergleich von Prozessen. Dissertation Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik. Berlin: IPK 1997.

SIEGWART 1992

Sieewart, Hans: Kennzahlen für die Unternehmensführung. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. Bern: Berne, 1992.

SKUDELNY 1994

Skudelny, C.: Entwicklung eines simulationsgestützten Optimierungsmodells zur Planung flexibler Produktionssysteme. Aachen: Shaker 1994 (D82 Dissertation RWTH Aachen).

STEINFATT 1990

Steinfatt, M.: Ein Expertensystem zur Investitionsplanung. Dissertation Aachen 1990.

STRIENING 1992

Striening, H.-D.: Qualität in indirekten Bereichen durch Prozessmanagement. In: Zink, K.J. (Hrsg.): Qualität als Managementaufgabe. 2. Auflage. Landsberg/Lech: Moderne Industrie 1992.

SYSKA 1990

Syska, A.: Kennzahlen für die Logistik, Berichte aus dem Forschungsinhalt für Rationalisierung (FIR) und dem Lehrstuhl für Institut für Arbeitswissenschaft (IAW) der Rheinisch-Westfälischen TH Aachen. Berlin u.a.: Springer 1990.

TÖNSHOFF 1987

Tönshoff, H.K.: Processing alternatives for cost reduction. Ann. CIRP 36 (1987). Aus: Beitz, W. (Hrsg.); Küttner, K.-H. (Hrsg.): Dubbel –

Taschenbuch für den Maschinenbau. 17. neu bearbeitete Auflage.
Berlin u.a.: Springer 1990.

TUSHMANN & O'REILLEY 1998

Tushmann, M.L.; O'Reilley, C.A.: Unternehmen müssen auch den
sprunghaften Wandel meistern. Harvard Business Manager 20
(1998/1).

VDI 1991

VDI-Gemeinschaftsausschuß CIM, VDI-Gesellschaft Fördertechnik
Materialfluss Logistik (VDI-FML): Rechnerintegrierte Produktion und
Konstruktion. Band 5: Produktionslogistik. Düsseldorf: VDI-Verlag
1991.

VDI RICHTLINIE 3633

N.N.: VDI-Richtlinie 3633. Anwendung der Simulationstechnik zur
Materialflussplanung.

VEITINGER 1997

Veitinger, M.: Controlling von Reorganisationsprozessen in der
Logistik: Eine empirische Untersuchung. Frankfurt u.a.: Lang 1997
(Dissertation Bd. 2162 Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit
Schwerpunkt Logistik, Technische Universität München).

WARNECKE 1993

Warnecke, H.J.: Revolution der Unternehmenskultur: Das Fraktale
Unternehmen. 2. Auflage. Berlin u.a.: Springer 1993.

WARNECKE 1997

Warnecke, H.-J.: Wandel der Produktion im turbulenten Umfeld –
Strategien für die Produktion im 21. Jahrhundert. In: Giesserei 84
(1997) Nr. 18.

WERNER 2000A

Werner, M.: Sparplan für die Produktion. In: W-Info (2000) Nr.1 S.31.

WERNER 2000B

Werner, M.: Simulationsgestützte Logistikoptimierung der Vorfeld-
aktivitäten. 5. Jahrestagung Airport Logistics. VDI Bericht 1583.
Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2000.

WESTKÄMPER 1997

Westkämper, E.; Briel, R.; März, L.: Planung in dynamischen Produktionssystemen. *ZwF* (1997) 12.

WESTKÄMPER 1999

Westkämper, E.: Innovation in Struktur und Methode der Produktion. VDI-Gesellschaft für Produktionstechnik. 12. Jahrestagung Produktionslogistik. Düsseldorf: VDI Verlag 1999.

WESTKÄMPER 1999A

Westkämper, E.: Die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. *wt Werkstattstechnik* 89 (1999) 4.

WESTKÄMPER 2000

Westkämper, E.: Kontinuierliche und partizipative Fabrikplanung. *Fachzeitschrift wt Werkstattstechnik* 90 (2000) Springer Verlag.

WIENDAHL 1989

Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. 3. Aufl. München: Hanser 1989.

WIENDAHL 1996

Wiendahl, H.-P.: Grundlagen der Fabrikplanung – Datenerfassung. In: Eversheim, W.; Schuh, G.: *Betriebshütte – Produktion und Management*. 7. Völlig neu bearbeitete Aufl. Berlin u.a.: Springer 1996.

WIENDAHL 1997

Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. 4. Auflage. München: Carl Hanser 1997.

WIK 1999

Wik, J.: Entwicklung einer Planungssystematik zur simulationsgestützten Betriebsoptimierung von Cateringbetrieben. Diplomarbeit: Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften TU München 1999.

WILDEMANN & TEMMES 1999

Wildemann, H.; Temmes, K.: Gestaltung einer flexiblen Materiallogistik für dezentrale Produktionsstrukturen. In: Feldmann, K.; Reinhart, G. (Hrsg.): *Simulationsbasierte Planungssysteme für Organisation und Produktion*. Berlin u.a.: Springer 1999.

WILDEMANN 1993

Wildemann, H.: Fertigungsstrategien – Reorganisationskonzepte für eine schlanke Produktion und Zulieferung. München: Verlag nicht bekannt 1993.

WILDEMANN 1994

Wildemann, H. (Hrsg.): Erst simulieren, dann bewerten. In: Materialfluss und Logistik – Sonderausgabe Betriebstechnik o. Jg., (1994).

WILDEMANN 1995

Wildemann, H.: Produktionscontrolling – Systemorientiertes Controlling schlanker Produktionsstrukturen. 2. unbearb. Auflage. München: TCW Transfer-Centrum 1995.

WILDEMANN 1996

Wildemann, H.: Produktionslogistik – Gestaltungsformen logistikgerechter Fabrikstrukturen. In: Eversheim, W.; Schuh, G.: Betriebshütte – Produktion und Management. 7. Völlig neu bearbeitete Aufl. Berlin u.a.: Springer 1996

WISSENBACH 1967

Wissenbach, H.: Betriebliche Kennzahlen und ihre Bedeutung im Rahmen der Unternehmensentscheidung. Berlin: Springer 1967.

WOMACK ET AL. 1991

Womack, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Automobilindustrie. Konsequenzen aus der weltweiten Studie des Massachusetts Institute of Technologie. Verlag nicht bekannt: 1991.

ZVEI 1976

Betriebswirtschaftlicher Ausschuss des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie e.V. (Hrsg.): ZVEI-Kennzahlensystem. 3.; Auflage. Frankfurt a. Main: ZVEI, 1976.

iwb Forschungsberichte Band 1–121

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. J. Milberg und Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Band 1–121 erschienen im Springer Verlag, Berlin, Heidelberg und sind im Erscheinungsjahr und den folgenden drei Kalenderjahren erhältlich im Buchhandel oder durch Lange & Springer, Otto-Suhr-Allee 26–28, 10585 Berlin

- 1 *Streifinger, E.*
Beitrag zur Sicherung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit moderner Fertigungsmittel
1986 · 72 Abb. · 167 Seiten · ISBN 3-540-16391-3
- 2 *Fuchsberger, A.*
Untersuchung der spanenden Bearbeitung von Knochen
1986 · 90 Abb. · 175 Seiten · ISBN 3-540-16392-1
- 3 *Maier, C.*
Montageautomatisierung am Beispiel des Schraubens mit Industrierobotern
1986 · 77 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-16393-X
- 4 *Summer, H.*
Modell zur Berechnung verzweigter Antriebsstrukturen
1986 · 74 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-16394-8
- 5 *Simon, W.*
Elektrische Vorschubantriebe an NC-Systemen
1986 · 141 Abb. · 198 Seiten · ISBN 3-540-16693-9
- 6 *Büchs, S.*
Analytische Untersuchungen zur Technologie der Kugelbearbeitung
1986 · 74 Abb. · 173 Seiten · ISBN 3-540-16694-7
- 7 *Hunzinger, I.*
Schneiderodierte Oberflächen
1986 · 79 Abb. · 162 Seiten · ISBN 3-540-16695-5
- 8 *Pilland, U.*
Echtzeit-Kollisionsschutz an NC-Drehmaschinen
1986 · 54 Abb. · 127 Seiten · ISBN 3-540-17274-2
- 9 *Barthelmeß, P.*
Montagegerechtes Konstruieren durch die Integration von Produkt- und Montageprozeßgestaltung
1987 · 70 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18120-2
- 10 *Reikhofer, N.*
Nutzungssicherung von flexibel automatisierten Produktionsanlagen
1987 · 84 Abb. · 176 Seiten · ISBN 3-540-18440-6
- 11 *Diess, H.*
Rechnerunterstützte Entwicklung flexibel automatisierter Montageprozesse
1988 · 56 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18799-5
- 12 *Reinhart, G.*
Flexible Automatisierung der Konstruktion und Fertigung elektrischer Leitungssätze
1988 · 112 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-19003-1
- 13 *Bürstner, H.*
Investitionsentscheidung in der rechnerintegrierten Produktion
1988 · 74 Abb. · 190 Seiten · ISBN 3-540-19099-6
- 14 *Groha, A.*
Universelles Zellenrechnerkonzept für flexible Fertigungssysteme
1988 · 74 Abb. · 153 Seiten · ISBN 3-540-19182-8
- 15 *Riese, K.*
Klipsmontage mit Industrierobotern
1988 · 92 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-19183-6
- 16 *Lutz, P.*
Leitsysteme für rechnerintegrierte Auftragsabwicklung
1988 · 44 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-19260-3
- 17 *Klippel, C.*
Mobiler Roboter im Materialfluß eines flexiblen Fertigungssystems
1988 · 86 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-50468-0
- 18 *Rascher, R.*
Experimentelle Untersuchungen zur Technologie der Kugelherstellung
1989 · 110 Abb. · 200 Seiten · ISBN 3-540-51301-9
- 19 *Heusler, H.-J.*
Rechnerunterstützte Planung flexibler Montagesysteme
1989 · 43 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-51723-5
- 20 *Kirchknopf, P.*
Ermittlung modaler Parameter aus Übertragungsfrequenzgängen
1989 · 57 Abb. · 157 Seiten · ISBN 3-540-51724-3
- 21 *Sauerer, Ch.*
Beitrag für ein Zerspanprozeßmodell Metallbandsägen
1990 · 89 Abb. · 166 Seiten · ISBN 3-540-51868-1
- 22 *Karstedt, K.*
Positionsbestimmung von Objekten in der Montage- und Fertigungsautomatisierung
1990 · 92 Abb. · 157 Seiten · ISBN 3-540-51879-7
- 23 *Peiker, St.*
Entwicklung eines integrierten NC-Planungssystems
1990 · 66 Abb. · 180 Seiten · ISBN 3-540-51880-0
- 24 *Schugmann, R.*
Nachgiebige Werkzeugaufhängungen für die automatische Montage
1990 · 71 Abb. · 155 Seiten · ISBN 3-540-52138-0
- 25 *Wirba, P.*
Simulation als Werkzeug in der Handhabungstechnik
1990 · 125 Abb. · 178 Seiten · ISBN 3-540-52231-X
- 26 *Eibelshäuser, P.*
Rechnerunterstützte experimentelle Modalanalyse mittels gestufter Sinusanregung
1990 · 79 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-52451-7
- 27 *Prasch, J.*
Computerunterstützte Planung von chirurgischen Eingriffen in der Orthopädie
1990 · 113 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-52543-2

- 28 *Teich, K.*
Prozeßkommunikation und Rechnerverbund in der Produktion
1990 · 52 Abb. · 158 Seiten · ISBN 3-540-52764-8
- 29 *Pfrang, W.*
Rechnergestützte und graphische Planung manueller und teilautomatisierter Arbeitsplätze
1990 · 59 Abb. · 153 Seiten · ISBN 3-540-52829-6
- 30 *Tauber, A.*
Modellbildung kinematischer Strukturen als Komponente der Montageplanung
1990 · 93 Abb. · 190 Seiten · ISBN 3-540-52911-X
- 31 *Jäger, A.*
Systematische Planung komplexer Produktionssysteme
1991 · 75 Abb. · 148 Seiten · ISBN 3-540-53021-5
- 32 *Hartberger, H.*
Wissensbasierte Simulation komplexer Produktionssysteme
1991 · 58 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-53326-5
- 33 *Tuczek, H.*
Inspektion von Karosseriepreßteilen auf Risse und Einschnürungen mittels Methoden der Bildverarbeitung
1992 · 125 Abb. · 179 Seiten · ISBN 3-540-53965-4
- 34 *Fischbacher, J.*
Planungsstrategien zur störungstechnischen Optimierung von Reinraum-Fertigungsgeräten
1991 · 60 Abb. · 166 Seiten · ISBN 3-540-54027-X
- 35 *Moser, O.*
3D-Echtzeitkollisionsschutz für Drehmaschinen
1991 · 66 Abb. · 177 Seiten · ISBN 3-540-54076-8
- 36 *Naber, H.*
Aufbau und Einsatz eines mobilen Roboters mit unabhängiger Lokomotions- und Manipulationskomponente
1991 · 85 Abb. · 139 Seiten · ISBN 3-540-54216-7
- 37 *Kupec, Th.*
Wissensbasiertes Leitsystem zur Steuerung flexibler Fertigungsanlagen
1991 · 68 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-54260-4
- 38 *Maulhardt, U.*
Dynamisches Verhalten von Kreissägen
1991 · 109 Abb. · 159 Seiten · ISBN 3-540-54365-1
- 39 *Götz, R.*
Strukturierte Planung flexibel automatisierter Montagesysteme für flächige Bauteile
1991 · 86 Abb. · 201 Seiten · ISBN 3-540-54401-1
- 40 *Koepfer, Th.*
3D-grafisch-interaktive Arbeitsplanung · ein Ansatz zur Aufhebung der Arbeitsteilung
1991 · 74 Abb. · 126 Seiten · ISBN 3-540-54436-4
- 41 *Schmidt, M.*
Konzeption und Einsatzplanung flexibel automatisierter Montagesysteme
1992 · 108 Abb. · 168 Seiten · ISBN 3-540-55025-9
- 42 *Burger, C.*
Produktionsregelung mit entscheidungsunterstützenden Informationssystemen
1992 · 94 Abb. · 186 Seiten · ISBN 3-540-55187-5
- 43 *Hoßmann, J.*
Methodik zur Planung der automatischen Montage von nicht formstabilen Bauteilen
1992 · 73 Abb. · 168 Seiten · ISBN 3-540-5520-0
- 44 *Petry, M.*
Systematik zur Entwicklung eines modularen Programmabkastens für robotergeführte Klebprozesse
1992 · 106 Abb. · 139 Seiten · ISBN 3-540-55374-6
- 45 *Schönecker, W.*
Integrierte Diagnose in Produktionszellen
1992 · 87 Abb. · 159 Seiten · ISBN 3-540-55375-4
- 46 *Bick, W.*
Systematische Planung hybrider Montagesysteme unter Berücksichtigung der Ermittlung des optimalen Automatisierungsgrades
1992 · 70 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-55377-0
- 47 *Gebauer, L.*
Prozeßuntersuchungen zur automatisierten Montage von optischen Linsen
1992 · 84 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-55378-9
- 48 *Schrüfer, N.*
Erstellung eines 3D-Simulationssystems zur Reduzierung von Rüstzeiten bei der NC-Bearbeitung
1992 · 103 Abb. · 161 Seiten · ISBN 3-540-55431-9
- 49 *Wisbacher, J.*
Methoden zur rationellen Automatisierung der Montage von Schnellbefestigungselementen
1992 · 77 Abb. · 176 Seiten · ISBN 3-540-55512-9
- 50 *Garnich, F.*
Laserbearbeitung mit Robotern
1992 · 110 Abb. · 184 Seiten · ISBN 3-540-55513-7
- 51 *Eubert, P.*
Digitale Zustandesregelung elektrischer Vorschubantriebe
1992 · 89 Abb. · 159 Seiten · ISBN 3-540-44441-2
- 52 *Glaas, W.*
Rechnerintegrierte Kabelsatzfertigung
1992 · 67 Abb. · 140 Seiten · ISBN 3-540-55749-0
- 53 *Helml, H.J.*
Ein Verfahren zur On-Line Fehlererkennung und Diagnose
1992 · 60 Abb. · 153 Seiten · ISBN 3-540-55750-4
- 54 *Lang, Ch.*
Wissensbasierte Unterstützung der Verfügbarkeitsplanung
1992 · 75 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-55751-2
- 55 *Schuster, G.*
Rechnergestütztes Planungssystem für die flexibel automatisierte Montage
1992 · 67 Abb. · 135 Seiten · ISBN 3-540-55830-6
- 56 *Bomm, H.*
Ein Ziel- und Kennzahlensystem zum Investitionscontrolling komplexer Produktionssysteme
1992 · 87 Abb. · 195 Seiten · ISBN 3-540-55964-7
- 57 *Wendt, A.*
Qualitätssicherung in flexibel automatisierten Montagesystemen
1992 · 74 Abb. · 179 Seiten · ISBN 3-540-56044-0
- 58 *Hansmaier, H.*
Rechnergestütztes Verfahren zur Geräuschminderung
1993 · 67 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-56053-2
- 59 *Dilling, U.*
Planung von Fertigungssystemen unterstützt durch Wirtschaftssimulationen
1993 · 72 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-56307-5

- 60 *Strohmayr, R.*
**Rechnergestützte Auswahl und Konfiguration von
Zubringeinrichtungen**
1993 · 80 Abb. · 152 Seiten · ISBN 3-540-56652-X
- 61 *Glas, J.*
**Standardisierter Aufbau anwendungsspezifischer
Zellenrechnersoftware**
1993 · 80 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-56890-5
- 62 *Stetter, R.*
**Rechnergestützte Simulationswerkzeuge zur
Effizienzsteigerung des Industrierobereinsatzes**
1994 · 91 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-56889-1
- 63 *Dirndorfer, A.*
Robotersysteme zur förderbandsynchronen Montage
1993 · 76 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-57031-4
- 64 *Wiedemann, M.*
**Simulation des Schwingungsverhaltens spanender
Werkzeugmaschinen**
1993 · 81 Abb. · 137 Seiten · ISBN 3-540-57177-9
- 65 *Woenckhaus, Ch.*
**Rechnergestütztes System zur automatisierten 3D-
Layoutoptimierung**
1994 · 81 Abb. · 140 Seiten · ISBN 3-540-57284-8
- 66 *Kummetsteiner, G.*
**3D-Bewegungssimulation als integratives Hilfsmittel zur
Planung manueller Montagesysteme**
1994 · 62 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-57535-9
- 67 *Kugelmann, F.*
**Einsatz nachgiebiger Elemente zur wirtschaftlichen
Automatisierung von Produktionssystemen**
1993 · 76 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-57549-9
- 68 *Schwarz, H.*
**Simulationsgestützte CAD/CAM-Kopplung für die 3D-
Laserbearbeitung mit integrierter Sensorik**
1994 · 96 Abb. · 148 Seiten · ISBN 3-540-57577-4
- 69 *Viethen, U.*
Systematik zum Prüfen in flexiblen Fertigungssystemen
1994 · 70 Abb. · 142 Seiten · ISBN 3-540-57794-7
- 70 *Seehuber, M.*
**Automatische Inbetriebnahme
geschwindigkeitsadaptiver Zustandsregler**
1994 · 72 Abb. · 155 Seiten · ISBN 3-540-57896-X
- 71 *Amann, W.*
**Eine Simulationsumgebung für Planung und Betrieb von
Produktionssystemen**
1994 · 71 Abb. · 129 Seiten · ISBN 3-540-57924-9
- 72 *Schöpf, M.*
**Rechnergestütztes Projektinformations- und
Koordinationssystem für das Fertigungsvorfeld**
1997 · 63 Abb. · 130 Seiten · ISBN 3-540-58052-2
- 73 *Welling, A.*
**Effizienter Einsatz bildgebender Sensoren zur
Flexibilisierung automatisierter Handhabungsvorgänge**
1994 · 66 Abb. · 139 Seiten · ISBN 3-540-580-0
- 74 *Zetlmayer, H.*
**Verfahren zur simulationsgestützten
Produktionsregelung in der Einzel- und
Kleinserienproduktion**
1994 · 62 Abb. · 143 Seiten · ISBN 3-540-58134-0
- 75 *Lindl, M.*
Auftragsleittechnik für Konstruktion und Arbeitsplanung
1994 · 66 Abb. · 147 Seiten · ISBN 3-540-58221-5
- 76 *Zipper, B.*
**Das integrierte Betriebsmittelwesen - Baustein einer
flexiblen Fertigung**
1994 · 64 Abb. · 147 Seiten · ISBN 3-540-58222-3
- 77 *Raith, P.*
**Programmierung und Simulation von Zellenabläufen in
der Arbeitsvorbereitung**
1995 · 51 Abb. · 130 Seiten · ISBN 3-540-58223-1
- 78 *Engel, A.*
**Strömungstechnische Optimierung von
Produktionssystemen durch Simulation**
1994 · 69 Abb. · 160 Seiten · ISBN 3-540-58258-4
- 79 *Zäh, M. F.*
Dynamisches Prozeßmodell Kreissägen
1995 · 95 Abb. · 186 Seiten · ISBN 3-540-58624-5
- 80 *Zwanzer, N.*
**Technologisches Prozeßmodell für die
Kugelschleifbearbeitung**
1995 · 65 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-58663-2
- 81 *Romanow, P.*
**Konstruktionsbegleitende Kalkulation von
Werkzeugmaschinen**
1995 · 66 Abb. · 151 Seiten · ISBN 3-540-58771-3
- 82 *Kahlenberg, R.*
**Integrierte Qualitätssicherung in flexiblen
Fertigungszellen**
1995 · 71 Abb. · 136 Seiten · ISBN 3-540-58772-1
- 83 *Huber, A.*
**Arbeitsfolgenplanung mehrstufiger Prozesse in der
Hartbearbeitung**
1995 · 87 Abb. · 152 Seiten · ISBN 3-540-58773-X
- 84 *Birkel, G.*
**Aufwandsminimierter Wissenserwerb für die Diagnose in
flexiblen Produktionszellen**
1995 · 64 Abb. · 137 Seiten · ISBN 3-540-58869-8
- 85 *Simon, D.*
**Fertigungsregelung durch zielgrößenorientierte Planung
und logistisches Störungsmanagement**
1995 · 77 Abb. · 132 Seiten · ISBN 3-540-58942-2
- 86 *Nedeljkovic-Groha, V.*
**Systematische Planung anwendungsspezifischer
Materialflußsteuerungen**
1995 · 94 Abb. · 188 Seiten · ISBN 3-540-58953-8
- 87 *Rockland, M.*
**Flexibilisierung der automatischen Teilbereitstellung in
Montageanlagen**
1995 · 83 Abb. · 168 Seiten · ISBN 3-540-58999-6
- 88 *Linner, St.*
Konzept einer integrierten Produktentwicklung
1995 · 67 Abb. · 168 Seiten · ISBN 3-540-59016-1
- 89 *Eder, Th.*
**Integrierte Planung von Informationssystemen für
rechnergestützte Produktionssysteme**
1995 · 62 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-59084-6
- 90 *Deutsche, U.*
**Prozeßorientierte Organisation der Auftragsentwicklung
in mittelständischen Unternehmen**
1995 · 80 Abb. · 188 Seiten · ISBN 3-540-59337-3
- 91 *Dieterle, A.*
Recyclingintegrierte Produktentwicklung
1995 · 68 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-60120-1

- 92 *Hechl, Chr.*
Personalorientierte Montageplanung für komplexe und variantenreiche Produkte
1995 · 73 Abb. · 158 Seiten · ISBN 3-540-60325-5
- 93 *Albertz, F.*
Dynamikgerechter Entwurf von Werkzeugmaschinen · Gestellstrukturen
1995 · 83 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-60608-8
- 94 *Trunzer, W.*
Strategien zur On-Line Bahnplanung bei Robotern mit 3D-Konturfolgesensoren
1996 · 101 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-60961-X
- 95 *Fichtmüller, N.*
Rationalisierung durch flexible, hybride Montagesysteme
1996 · 83 Abb. · 145 Seiten · ISBN 3-540-60960-1
- 96 *Trucks, V.*
Rechnergestützte Beurteilung von Getriebestrukturen in Werkzeugmaschinen
1996 · 64 Abb. · 141 Seiten · ISBN 3-540-60599-8
- 97 *Schäffer, G.*
Systematische Integration adaptiver Produktionssysteme
1996 · 71 Abb. · 170 Seiten · ISBN 3-540-60958-X
- 98 *Koch, M. R.*
Autonome Fertigungszellen · Gestaltung, Steuerung und integrierte Störungsbehandlung
1996 · 67 Abb. · 138 Seiten · ISBN 3-540-61104-5
- 99 *Moctezuma de la Barrera, J.L.*
Ein durchgängiges System zur computer- und rechnergestützten Chirurgie
1996 · 99 Abb. · 175 Seiten · ISBN 3-540-61145-2
- 100 *Geuer, A.*
Einsatzpotential des Rapid Prototyping in der Produktentwicklung
1996 · 84 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-61495-8
- 101 *Ebner, C.*
Ganzheitliches Verfügbarkeits- und Qualitätsmanagement unter Verwendung von Felddaten
1996 · 67 Abb. · 132 Seiten · ISBN 3-540-61678-0
- 102 *Pischelsrieder, K.*
Steuerung autonomer mobiler Roboter in der Produktion
1996 · 74 Abb. · 171 Seiten · ISBN 3-540-61714-0
- 103 *Köhler, R.*
Disposition und Materialbereitstellung bei komplexen variantenreichen Kleinprodukten
1997 · 62 Abb. · 177 Seiten · ISBN 3-540-62024-9
- 104 *Feldmann, Ch.*
Eine Methode für die integrierte rechnergestützte Montageplanung
1997 · 71 Abb. · 163 Seiten · ISBN 3-540-62059-1
- 105 *Lehmann, H.*
Integrierte Materialfluß- und Layoutplanung durch Kopplung von CAD- und Ablaufsimulationssystem
1997 · 96 Abb. · 191 Seiten · ISBN 3-540-62202-0
- 106 *Wagner, M.*
Steuerungintegrierte Fehlerbehandlung für maschinennahe Abläufe
1997 · 94 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-62656-5
- 107 *Lorenzen, J.*
Simulationsgestützte Kostenanalyse in produktorientierten Fertigungsstrukturen
1997 · 63 Abb. · 129 Seiten · ISBN 3-540-62794-4
- 108 *Kränen, U.*
Systematik für die rechnergestützte Ähnlichkeitsuche und Standardisierung
1997 · 53 Abb. · 127 Seiten · ISBN 3-540-63338-3
- 109 *Pfersdorf, I.*
Entwicklung eines systematischen Vorgehens zur Organisation des industriellen Service
1997 · 74 Abb. · 172 Seiten · ISBN 3-540-63615-3
- 110 *Kuba, R.*
Informations- und kommunikationstechnische Integration von Menschen in der Produktion
1997 · 77 Abb. · 155 Seiten · ISBN 3-540-63642-0
- 111 *Kaiser, J.*
Vernetztes Gestalten von Produkt und Produktionsprozeß mit Produktmodellen
1997 · 67 Abb. · 139 Seiten · ISBN 3-540-63999-3
- 112 *Geyer, M.*
Flexibles Planungssystem zur Berücksichtigung ergonomischer Aspekte bei der Produkt- und Arbeitssystemgestaltung
1997 · 85 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-64195-5
- 113 *Martin, C.*
Produktionsregelung · ein modularer, modellbasierter Ansatz
1998 · 73 Abb. · 162 Seiten · ISBN 3-540-64401-6
- 114 *Löffler, Th.*
Akustische Überwachung automatisierter Fügeprozesse
1998 · 85 Abb. · 136 Seiten · ISBN 3-540-64511-X
- 115 *Lindnermaier, R.*
Qualitätsorientierte Entwicklung von Montagesystemen
1998 · 84 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-64686-8
- 116 *Koehrer, J.*
Prozeßorientierte Teamstrukturen in Betrieben mit Großserienfertigung
1998 · 75 Abb. · 185 Seiten · ISBN 3-540-65037-7
- 117 *Schuller, R. W.*
Leitfaden zum automatisierten Auftrag von hochviskosen Dichtmassen
1999 · 76 Abb. · 162 Seiten · ISBN 3-540-65320-1
- 118 *Debuschewitz, M.*
Integrierte Methodik und Werkzeuge zur herstellungsorientierten Produktentwicklung
1999 · 104 Abb. · 169 Seiten · ISBN 3-540-65350-3
- 119 *Bauer, L.*
Strategien zur rechnergestützten Offline-Programmierung von 3D-Laseranlagen
1999 · 98 Abb. · 145 Seiten · ISBN 3-540-65382-1
- 120 *Plöb, E.*
Modellgestützte Arbeitsplanung bei Fertigungsmaschinen
1999 · 69 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-65525-5
- 121 *Spitznagel, J.*
Erfahrungsgeleitete Planung von Laseranlagen
1999 · 63 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-65896-3

Seminarberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Seminarberichte iwb sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, utz@utzverlag.com

- 1 **Innovative Montagesysteme - Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung**
115 Seiten · ISBN 3-931327-01-9
- 2 **Integriertes Produktmodell - Von der Idee zum fertigen Produkt**
82 Seiten · ISBN 3-931327-02-7
- 3 **Konstruktion von Werkzeugmaschinen - Berechnung, Simulation und Optimierung**
110 Seiten · ISBN 3-931327-03-5
- 4 **Simulation - Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte**
134 Seiten · ISBN 3-931327-04-3
- 5 **Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung**
95 Seiten · ISBN 3-931327-05-1
- 6 **Materialbearbeitung mit Laser - von der Planung zur Anwendung**
86 Seiten · ISBN 3-931327-76-0
- 7 **Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen**
80 Seiten · ISBN 3-931327-77-9
- 8 **Qualitätsmanagement - der Weg ist das Ziel**
130 Seiten · ISBN 3-931327-78-7
- 9 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Analysen und Konzepte**
120 Seiten · ISBN 3-931327-79-5
- 10 **3D-Simulation - Schneller, sicherer und kostengünstiger zum Ziel**
90 Seiten · ISBN 3-931327-10-8
- 11 **Unternehmensorganisation - Schlüssel für eine effiziente Produktion**
110 Seiten · ISBN 3-931327-11-6
- 12 **Autonome Produktionssysteme**
100 Seiten · ISBN 3-931327-12-4
- 13 **Planung von Montageanlagen**
130 Seiten · ISBN 3-931327-13-2
- 15 **Flexible fluide Kleb/Dichtstoffe · Dosierung und Prozeßgestaltung**
80 Seiten · ISBN 3-931327-15-9
- 16 **Time to Market - Von der Idee zum Produktionsstart**
80 Seiten · ISBN 3-931327-16-7
- 17 **Industriekeramik in Forschung und Praxis - Probleme, Analysen und Lösungen**
80 Seiten · ISBN 3-931327-17-5
- 18 **Das Unternehmen im Internet - Chancen für produzierende Unternehmen**
165 Seiten · ISBN 3-931327-18-3
- 19 **Leittechnik und Informationslogistik - mehr Transparenz in der Fertigung**
85 Seiten · ISBN 3-931327-19-1
- 20 **Dezentrale Steuerungen in Produktionsanlagen - Plug & Play - Vereinfachung von Entwicklung und Inbetriebnahme**
105 Seiten · ISBN 3-931327-20-5
- 21 **Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Schnell zu funktionalen Prototypen**
95 Seiten · ISBN 3-931327-21-3
- 22 **Mikrotechnik für die Produktion - Greifbare Produkte und Anwendungspotentiale**
95 Seiten · ISBN 3-931327-22-1
- 24 **EDM Engineering Data Management**
195 Seiten · ISBN 3-931327-24-8
- 25 **Rationelle Nutzung der Simulationstechnik - Entwicklungstrends und Praxisbeispiele**
152 Seiten · ISBN 3-931327-25-6
- 26 **Alternative Dichtungssysteme - Konzepte zur Dichtungsmontage und zum Dichtmittelauftrag**
110 Seiten · ISBN 3-931327-26-4
- 27 **Rapid Prototyping - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
111 Seiten · ISBN 3-931327-27-2
- 28 **Rapid Tooling - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
154 Seiten · ISBN 3-931327-28-0
- 29 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Abschlußseminar**
156 Seiten · ISBN 3-931327-29-9
- 31 **Engineering Data Management (EDM) · Erfahrungsberichte und Trends**
183 Seiten · ISBN 3-931327-31-0
- 33 **3D-CAD - Mehr als nur eine dritte Dimension**
181 Seiten · ISBN 3-931327-33-7
- 34 **Laser in der Produktion - Technologische Randbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz**
102 Seiten · ISBN 3-931327-34-5
- 35 **Ablaufsimulation - Anlagen effizient und sicher planen und betreiben**
129 Seiten · ISBN 3-931327-35-3
- 36 **Moderne Methoden zur Montageplanung · Schlüssel für eine effiziente Produktion**
124 Seiten · ISBN 3-931327-36-1
- 37 **Wettbewerbsfaktor Verfügbarkeit · Produktivitätsteigerung durch technische und organisatorische Ansätze**
95 Seiten · ISBN 3-931327-37-X
- 38 **Rapid Prototyping · Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung**
128 Seiten · ISBN 3-931327-38-8
- 39 **Rapid Tooling - Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau**
130 Seiten · ISBN 3-931327-39-6
- 40 **Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie · Flexibler und schneller mit modernen Kooperationen**
160 Seiten · ISBN 3-931327-40-X
- 41 **Innovative Entwicklung von Produktionsmaschinen**
146 Seiten · ISBN 3-89675-041-0
- 42 **Stückzahlflexible Montagesysteme**
139 Seiten · ISBN 3-89675-042-9
- 43 **Produktivität und Verfügbarkeit · ...durch Kooperation steigern**
120 Seiten · ISBN 3-89675-043-7
- 44 **Automatisierte Mikromontage · Handhaben und Positionieren von Mikrobauteilen**
125 Seiten · ISBN 3-89675-044-5
- 45 **Produzieren in Netzwerken · Lösungsansätze, Methoden, Praxisbeispiele**
173 Seiten · ISBN 3-89675-045-3
- 46 **Virtuelle Produktion · Ablaufsimulation**
108 Seiten · ISBN 3-89675-046-1
- 47 **Virtuelle Produktion · Prozeß- und Produktsimulation**
131 Seiten · ISBN 3-89675-047-X
- 48 **Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen**
106 Seiten · ISBN 3-89675-048-8
- 49 **Rapid Prototyping · Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung**
150 Seiten · ISBN 3-89675-049-6

- 50 **Rapid Manufacturing · Methoden für die reaktionsfähige Produktion**
121 Seiten · ISBN 3-89675-050-X
- 51 **Flexibles Kleben und Dichten · Produkt- & Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle**
137 Seiten · ISBN 3-89675-051-8
- 52 **Rapid Manufacturing · Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien**
124 Seiten · ISBN 3-89675-052-6
- 53 **Mischverbindungen · Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung**
107 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 54 **Virtuelle Produktion · Integrierte Prozess- und Produktsimulation**
133 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 55 **e-Business in der Produktion · Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele**
150 Seiten · ISBN 3-89675-055-0
- 56 **Virtuelle Produktion – Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug**
150 Seiten · ISBN 3-89675-056-9
- 57 **Virtuelle Produktion – Datenintegration und Benutzerschnittstellen**
150 Seiten · ISBN 3-89675-057-7

Forschungsberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Forschungsberichte iwb ab Band 122 sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, utz@utzverlag.com

- 122 Schneider, Burghard
Prozesskettenorientierte Bereitstellung nicht formstabiler Bauteile
1999 · 183 Seiten · 98 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-559-5
- 123 Goldstein, Bernd
Modellgestützte Geschäftsprozeßgestaltung in der Produktentwicklung
1999 · 170 Seiten · 65 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-546-3
- 124 Mößner, Helmut E.
Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvarianter Produktionssysteme
1999 · 164 Seiten · 67 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-585-4
- 125 Gräser, Ralf-Gunter
Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern
1999 · 167 Seiten · 63 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-603-6
- 126 Trossin, Hans-Jürgen
Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik
1999 · 162 Seiten · 75 Abb. · 11 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-614-1
- 127 Kugelmann, Doris
Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von Industrierobotern
1999 · 168 Seiten · 68 Abb. · 2 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-615-X
- 128 Diesch, Rolf
Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen
1999 · 160 Seiten · 69 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-618-4
- 129 Lulay, Werner E.
Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur Koordination teilautonomer Produktionsstrukturen
1999 · 182 Seiten · 51 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-620-6
- 130 Murr, Otto
Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen
1999 · 178 Seiten · 85 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-636-2
- 131 Macht, Michael
Ein Vorgehensmodell für den Einsatz von Rapid Prototyping
1999 · 170 Seiten · 87 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-638-9
- 132 Mehler, Bruno H.
Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbänden
1999 · 152 Seiten · 44 Abb. · 27 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-645-1
- 133 Heitmann, Knut
Sichere Prognosen für die Produktionsoptimierung mittels stochastischer Modelle
1999 · 146 Seiten · 60 Abb. · 13 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-675-3
- 134 Blessing, Stefan
Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen
1999 · 160 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-690-7
- 135 Abay, Can
Numerische Optimierung multivariater mehrstufiger Prozesse am Beispiel der Hartbearbeitung von Industriekeramik
2000 · 159 Seiten · 46 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-697-4

- 136 Brandner, Stefan
Integriertes Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken
 2000 · 172 Seiten · 61 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-715-6
- 137 Hirschberg, Arnd G.
Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung
 2000 · 165 Seiten · 49 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-729-6
- 138 Reek, Alexandra
Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen
 2000 · 193 Seiten · 103 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-730-X
- 139 Sabbah, Khalid-Alexander
Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen
 2000 · 148 Seiten · 75 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-739-3
- 140 Schliffenbacher, Klaus U.
Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen Kompetenznetzwerken
 2000 · 187 Seiten · 70 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-754-7
- 141 Sprengel, Andreas
Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung
 2000 · 144 Seiten · 55 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-757-1
- 142 Gallasch, Andreas
Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion
 2000 · 150 Seiten · 69 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-781-4
- 143 Cuiper, Ralf
Durchgängige rechnergestützte Planung und Steuerung von automatisierten Montagevorgängen
 2000 · 168 Seiten · 75 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-783-0 · lieferbar ab ca. 02/01
- 144 Schneider, Christian
Strukturmechanische Berechnungen in der Werkzeugmaschinenkonstruktion
 2000 · 180 Seiten · 66 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-789-X
- 145 Jonas, Christian
Konzept einer durchgängigen, rechnergestützten Planung von Montageanlagen
 2000 · 183 Seiten · 82 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-870-5
- 146 Willnecker, Ulrich
Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen
 2001 · 175 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-891-8
- 147 Lehner, Christof
Beschreibung des Nd:Yag-Laserstrahlschweißprozesses von Magnesiumdruckguss
 2001 · 205 Seiten · 94 Abb. · 24 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0004-X
- 148 Rick, Frank
Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlschweißen
 2001 · 145 Seiten · 57 Abb. · 2 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0008-2
- 149 Höhn, Michael
Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme
 2001 · 171 Seiten · 74 Abb. · 7 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0012-0
- 150 Böhl, Jörn
Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
 2001 · 179 Seiten · 88 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0020-1
- 151 Bürgel, Robert
Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben
 2001 · 185 Seiten · 60 Abb. · 10 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0021-X
 lieferbar ab ca. 09/01
- 152 Stephan Dürrschmidt
Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion
 2001 · 914 Seiten · 61 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0023-6

- 153 Bernhard Eich
Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilebereitstellung
2001 · 132 Seiten · 48 Abb. · 6 Tabellen · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0028-7
- 154 Wolfgang Rudorfer
Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke
2001 · 207 Seiten · 89 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0037-6
- 155 Hans Meier
Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe
2001 · 162 Seiten · 85 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0044-9
lieferbar ab ca. 12/01
- 156 Gerhard Nowak
Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen
2001 · 203 Seiten · 95 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0055-4
lieferbar ab ca. 12/01
- 157 Martin Werner
Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
2001 · 191 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0058-9