

Lehrstuhl für Montagesystemtechnik und Betriebswissenschaften
der Technischen Universität München

Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion

Stephan Dürrschmidt

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. U. Lindemann

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. A. Günthner

Die Dissertation wurde am 15.12.2000 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 19.03.2001 angenommen.

Forschungsberichte

iwb

Band 152

Stephan Dürrschmidt

***Planung und Betrieb
wandlungsfähiger Logistik-
systeme in der varianten-
reichen Serienproduktion***

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

Herbert Utz Verlag

UTZ

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 3-8316-0023-6

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München
Tel.: 089/27791-00 · Fax: 089/27791-01

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 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, dem Leiter dieses Instituts, gilt mein besonderer Dank für die wohlwollende Förderung und großzügige Unterstützung meiner Arbeit.

Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Willibald Günthner, dem Inhaber des Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluss Logistik der Technischen Universität München, möchte ich mich für die Übernahme des Korreferates und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit sehr herzlich bedanken.

Darüber hinaus bedanke ich mich recht herzlich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts sowie allen Studenten, die durch zahlreiche Diskussionen und vielfältige Anregungen zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mir meine Ausbildung ermöglicht und mich bei der Erstellung der Arbeit stets unterstützt haben. Ihnen sei diese Arbeit gewidmet.

München, im März 2001

Stephan Dürrschmidt

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Logistiksysteme im turbulenten Umfeld	1
1.2	Zielsetzung	3
1.3	Fokus der Arbeit	4
1.4	Vorgehensweise.....	5
2	Logistik in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung	7
2.1	Logistik und Logistiksysteme	7
2.1.1	Definition des Begriffs Logistik.....	7
2.1.2	Definition des Begriffs Logistiksystem.....	9
2.2	Wandlungsfähigkeit zur Beherrschung der Umfeldturbulenz.....	10
2.2.1	Begriff der Wandlungsfähigkeit.....	10
2.2.2	Abgrenzung der Flexibilität.....	12
2.2.3	Charakterisierung der Reaktionsfähigkeit	14
2.2.4	Zusammenhang zwischen Wandlungsfähigkeit, Flexibilität und Reaktionsfähigkeit.....	15
2.2.5	Messung des Potenzials der Wandlungsfähigkeit	17
2.3	Charakterisierung der variantenreichen Serienfertigung	20
2.3.1	Klassifizierung der Produktion.....	20
2.3.2	Bedeutung der Logistik	23
2.3.3	Bewertung der Umfeldeinflüsse auf die Logistiksysteme.....	25
2.4	Handlungsfelder für die Planung und den Betrieb wandlungs- fähiger Logistiksysteme	32
3	Lösungsrelevante Ansätze	35
3.1	Modellierung von Logistiksystemen.....	35
3.1.1	Modell der Wertkette und des Wertsystems	36
3.1.2	Modell der Prozessketten	38
3.1.3	Netzplanmodelle.....	40

3.2	Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme	42
3.2.1	Wandlungsfähigkeit in Unternehmen	42
3.2.2	Wandlungsfähigkeit in der Logistik.....	46
3.3	Planung von Logistiksystemen	48
3.3.1	Allgemeine Planungsvorgehensweisen.....	49
3.3.2	Ansätze zur strategischen Planung der Logistik	50
3.3.3	Ansätze zur operativen Planung der Logistik	54
3.4	Betrieb von Logistiksystemen.....	60
3.4.1	Allgemeines Rahmenmodell des Controlling	61
3.4.2	Ansätze zum unternehmensexternen Monitoring	62
3.4.3	Ansätze zum unternehmensinternen Monitoring	65
3.4.4	Kombinierte Ansätze zum unternehmensexternen und -internen Monitoring	67
3.4.5	Controllinginstrumente	68
3.5	Bestehende Defizite bei der Planung und dem Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme	69
3.5.1	Defizite im Handlungsfeld „Modellierung von Logistiksystemen“	69
3.5.2	Defizite im Handlungsfeld „Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme“	69
3.5.3	Defizite im Handlungsfeld „Planung von Logistiksystemen“ ...	70
3.5.4	Defizite im Handlungsfeld „Betrieb von Logistiksystemen“	70
4	Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme.....	71
4.1	Modellierung wandlungsfähiger Logistiksysteme	71
4.1.1	Zielsetzungen und Grundlagen der Modellbildung	71
4.1.2	Beschreibung des Logistikbausteins	73
4.1.3	Charakterisierung des Logistikbausteins durch Logistik- kennzahlen.....	75
4.1.4	Hierarchische Modellbildung.....	78
4.1.5	Management des Logistiksystems	79

4.2	Strategien zur Anpassung eines Logistiksystems.....	81
4.2.1	Überblick über mögliche Anpassungsstrategien.....	81
4.2.2	Strategiekategorie I.....	83
4.2.3	Strategiekategorie II.....	84
4.2.4	Strategiekategorie III.....	85
4.2.5	Strategiekategorie IV.....	86
4.2.6	Strategiekategorie V.....	87
4.2.7	Bewertung der Anpassungsstrategien.....	88
4.2.8	Umsetzung der Anpassungsstrategien im Logistikbaustein.....	90
4.3	Zusammenfassung.....	90
5	Methodik zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger	
	Logistiksysteme	91
5.1	Beschreibung des Gesamtkonzepts der Logistikplanung.....	91
5.2	Phase 1: Planungsvorbereitung	95
5.2.1	Zielsetzung	95
5.2.2	Aktivitäten der Planungsphase 1	96
5.3	Phase 2: Flexibilitätsplanung	108
5.3.1	Zielsetzung	108
5.3.2	Aktivitäten der Planungsphase 2.....	109
5.4	Phase 3: Grobplanung	115
5.4.1	Zielsetzung	115
5.4.2	Aktivitäten der Planungsphase 3.....	116
5.5	Phase 4: Feinplanung.....	124
5.5.1	Zielsetzung	124
5.5.2	Aktivitäten der Planungsphase 4.....	125
5.6	Phase 5: Einführung	128
5.7	Phase 6: Betrieb.....	129
5.7.1	Zielsetzung	129
5.7.2	Aktivitäten der Planungsphase 6.....	131

Inhaltsverzeichnis

5.8	Kopplung an angrenzende Planungsprozesse	138
5.9	Zusammenfassung.....	139
6	Anwendungsbeispiel	140
6.1	Charakterisierung des Unternehmens	140
6.2	Durchführung der Logistikplanung.....	141
6.2.1	Phase 1: Planungsvorbereitung	141
6.2.2	Phase 2: Flexibilitätsplanung	143
6.2.3	Phase 3 bis 5: Grob- bzw. Feinplanung und Einführung	147
6.2.4	Phase 6: Betrieb.....	147
6.3	Zusammenfassung	148
7	Bewertung des Konzepts der wandlungsfähigen Logistik	149
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	153
8.1	Zusammenfassung	153
8.2	Ausblick	156
9	Literaturverzeichnis	158
10	Abbildungsverzeichnis.....	180
11	Glossar	183

1 Einleitung

1.1 Logistiksysteme im turbulenten Umfeld

Die hohe Dynamik der Märkte und die sich ständig ändernden Einflüsse des Unternehmensumfelds sind die beherrschenden Diskussionspunkte der letzten Zeit. Viele Unternehmen sehen sich mit einer sinkenden Markentreue, neuen Anforderungen der Kunden bezüglich der Erfüllung individueller Produktwünsche und höherer Serviceleistung sowie schwankenden Bedarfen konfrontiert [MAYER 1999, S. 7; UHLMANN & SCHRÖDER 1998, S. 180]. Darüber hinaus steigt der Konkurrenzdruck durch die weiter zunehmende Globalisierung und die leichtere Vergleichbarkeit von Angeboten, aber auch durch gravierende Veränderungen der Wettbewerbssituation, hervorgerufen durch das Streben der Unternehmen nach Größe und Stabilität [SCHULZ-WOLFGGRAMM 2000, S. 43; WARNECKE & BECKER 1994, S. 29]. Um in dieser Situation dauerhaft bestehen zu können, werden von den Unternehmen neue Eigenschaften gefordert.

“Agilität”, “Reaktionsschnelligkeit” und “Wandlungsfähigkeit” sind einige Schlagworte, die modern geworden sind. Unabhängig von der Differenzierung der Begriffe wird dadurch eine neue Denkweise zum Ausdruck gebracht. Der Kunde steht wieder im Mittelpunkt des unternehmerischen Handelns. Die Erfüllung individueller Wünsche und die schnelle Reaktionsfähigkeit werden zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor [MILBERG 1997, S. 26]. Beweglichkeit und Beherrschung der Komplexität kennzeichnen dabei erfolgreiche Unternehmen [REINHART 1999, S. 14; WARNECKE & BECKER 1994, S. 182; WESTKÄMPER U.A. 1998, S. 23]. Durch aktive Marktbeeinflussung, eine ständige innere Veränderung, hohes Innovationstempo und anpassbare Produktionssysteme werden neue Leistungspotenziale erschlossen [WILDEMANN 1998, S. 4FF.].

Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Logistiksysteme eines Unternehmens, stellen sich zwei Fragen: Ist die Logistik von den ständigen Veränderungen des Umfelds und den neuen Eigenschaften des Unternehmens überhaupt betroffen? Können Logistiksysteme wandlungsfähig sein?

Verdeutlicht man sich beispielsweise die Relevanz der Logistikleistung, die sich u.a. aus den Kriterien Termintreue und Lieferzeit zusammensetzt [EIDENMÜLLER 1991, S. 192; JACOBY 1994, S.16], findet sich rasch eine Antwort auf die erste

1 Einleitung

Frage. In einer 1993 durchgeführten Befragung deutscher Unternehmen stufen 80% der Befragten die Termintreue und 70% die Lieferzeit als die für die Kunden am bedeutendsten Leistungen ein [BAUMGARTEN & WOLFF 1993, S. 14; JACOBY 1994, S.18]. Die Kriterien werden von den Kunden direkt wahrgenommen und bestimmen damit maßgeblich die Kundenzufriedenheit. [HERRMANN & JOHNSON 1999, S. 595; MILBERG 2000, S. 323]. Erreicht werden kann diese Kundenzufriedenheit aber nur, wenn die definierten Anforderungen hinsichtlich der Logistikleistung trotz wechselnden Belastungen im Unternehmen und sich verändernden Situationen auf den Beschaffungs- und Absatzmärkten erfüllt werden [FEMPEL 1996, S. 62]. Dadurch wird deutlich, dass die Ausprägung der Logistiksysteme die erzielbare Kundenzufriedenheit grundlegend beeinflusst und damit eine situationsgerechte Anpassung erforderlich macht.

Bedenkt man weiterhin, dass die am Markt angebotenen Leistungen auch für die Wettbewerber transparent und deren direkter Beeinflussung ausgesetzt sind, entsteht die Notwendigkeit einer ständigen Bereitschaft zum Wandel in der Logistik. Erzielt der Wettbewerb z.B. eine höhere Logistikleistung aufgrund kürzerer Durchlaufzeiten, verändert sich die Situation auf den Absatzmärkten, indem die Anforderungen der Kunden hinsichtlich der gewünschten Lieferzeiten und die unternehmensspezifische Kundenstruktur beeinflusst werden. Durch diese Einflüsse entstehen neue Anforderungen an die eigenen Logistiksysteme, die eine Anpassung erforderlich machen. In letzter Konsequenz bedeutet das, dass jede Veränderung im Umfeld der Logistiksysteme über die Konfiguration der Systemelemente und die Wahl der Systemparameter entscheidet.

Das beschriebene Phänomen sich ständig verändernder Umfeldeinflüsse, wechselnder Intensitäten der Kriterien, variierender Wirkzusammenhänge und dem diskontinuierlichen Auftreten der Veränderungen charakterisiert die Turbulenz des Umfelds, dem Logistiksysteme ausgesetzt sind. Unter Turbulenz versteht man in diesem Zusammenhang eine hohe Dynamik in der Veränderung der Ausprägung und Intensität der Kriterien sowie eine hohe Komplexität [CHAKRAVARTHY 1997, S. 70; REINHART U.A. 1999A, S. 21; SCHREYÖGG 1998, S. 313; WESTKÄMPER 1999, S. 605; WESTKÄMPER U.A. 2000, S. 204].

Kann man nun aber dieser Turbulenz des Umfelds von Logistiksystemen durch eine wandlungsfähige Gestaltung begegnen? Eine Antwort auf die Frage soll im Rahmen dieser Arbeit gegeben werden. Dazu werden Ansätze zur Bewertung der Umfeldturbulenz, zur Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme und zum Betrieb auf Basis eines Monitoring- und Anpassungskonzepts entwickelt.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist die Erhöhung der Kunden- bzw. Marktorientierung in Logistiksystemen, d.h. die Erfüllung der individuell geforderten Logistikleistung bei minimalen Logistikkosten. Die erreichbare Verbesserung der Kundenzufriedenheit soll einen Beitrag zu einer hohen Kundenbindung und damit zum langfristigen Geschäftserfolg des Unternehmens leisten. Erreicht werden soll dies durch die Entwicklung von Strategien und Methoden, die es ermöglichen, wandlungsfähige Logistiksysteme zu gestalten, und auf diese Weise eine ständige Anpassung der Systeme an Veränderungen des turbulenten Umfelds unterstützen.

Aus dieser Zielsetzung lassen sich vier Teilziele ableiten, die erfüllt sein müssen, um eine wandlungsfähige Logistik realisieren zu können:

- Verbesserung der Transparenz der Logistik im Unternehmen,
- Erhöhung des Wissens bezüglich Anpassungsmaßnahmen in der Logistik,
- Steigerung der Planungssicherheit und Verbesserung der Qualität der Logistiksysteme,
- Ständige Bereitschaft zum Wandel der Logistiksysteme, um den optimalen Betriebspunkt dauerhaft aufrecht erhalten zu können.

Eine entscheidende Voraussetzung für eine hohes Maß an Wandlungsfähigkeit ist eine hohe Transparenz bezüglich der Abläufe und der Gestaltungselemente der Logistik. Erreicht werden kann dies durch eine prozessorientierte Beschreibung der Funktionen eines Logistiksystems. Dabei sollte die Modellierung durch kleine, autonome Einheiten erfolgen, welche die Logistikaufgaben entlang der Wertschöpfungskette abbilden. Entscheidend ist die Implementierung möglichst vieler Freiheitsgrade im Logistiksystem als Voraussetzung für die Wandlungsfähigkeit und die Anpassbarkeit an Veränderungen des turbulenten Umfelds.

Für die effektive Umgestaltung des Logistiksystems an neue Anforderungen ist das Wissen über mögliche Anpassungsmaßnahmen und -strategien ausschlaggebend. Dazu soll ein Baukasten entwickelt werden, der aufzeigt, wie ein Logistiksystem an geplante und ungeplante Veränderungen der Umfeldfaktoren adaptiert werden kann. Die Strategien dürfen dabei nicht auf einzelne Anwendungsfälle, z.B. die Materialbereitstellung in der Montage, beschränkt sein. Vielmehr muss eine multidimensionale Anpassung entlang der gesamten Wertschöpfungskette und innerhalb jedes Elements des Logistiksystems möglich sein.

Um eine einfache und gezielte Anwendung der Strategien zu ermöglichen und eine hohe Planungssicherheit zu erreichen, ist darüber hinaus eine Planungsvorgehensweise zu entwickeln. Diese muss einerseits die Anforderungen des turbulenten Umfelds und andererseits die entwickelten Anpassungsstrategien berücksichtigen. Die Vorgehensweise soll so aufgebaut sein, dass ein dauerhafter Wandel durch ein kontinuierliches Monitoring und die Ableitung der erforderlichen Reaktionsmaßnahmen in der Betriebsphase ermöglicht wird.

1.3 Fokus der Arbeit

Das Einsatzgebiet der zu entwickelnden Anpassungsstrategien und der Planungsmethodik sollen Unternehmen mit einer variantenreichen Serienfertigung sein (Bild 1-1). Diese Unternehmen sind charakterisiert durch eine hohe Kunden- bzw. Marktorientierung, die in einer großen Produktpalette bestehend aus Standardprodukten mit überwiegend anbieterspezifischen, teilweise aber auch kundenspezifischen Varianten zum Ausdruck kommt. Dabei treten relativ geringe Stückzahlen und Losgrößen pro Variante auf. Bereits geringe Veränderungen in der Kundenstruktur oder der Anteile auf den Absatzmärkten beeinträchtigen die Effizienz der Logistik maßgeblich. Das bedeutet, dass Unternehmen mit einer variantenreichen Serienfertigung sehr sensibel auf Umfeldeinflüsse reagieren.

Das Maß der Umfeldturbulenz ist dabei im Gegensatz zu Unternehmen der kundenindividuellen Einzelfertigung geringer. Zurückzuführen ist dies v.a. auf die Positionierung am Markt mit einer Mischung aus standardisierten und kundenindividuellen Produkten. Die höheren Absatzstückzahlen ermöglichen im Gegensatz zur Einzelfertigung, die durch ein rein reaktives Gestalten der logistischen Prozesse ohne langfristige Planung charakterisiert ist, eine deutlich höhere Planungssicherheit der Logistiksysteme. Auf der anderen Seite grenzen sich die Unternehmen von der variantenarmen Massenfertigung ab. Dieser Produktionstyp ist durch eine hohe Planungssicherheit und einen geringen Bedarf an Wandlungsfähigkeit gekennzeichnet [HEINEN 1991, S. 404ff.; KÖHLER 1996, S. 12f.].

Aus dieser kurzen Darstellung wird deutlich, dass in Unternehmen mit variantenreicher Serienfertigung die Fragestellung der Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme am komplexesten ist. Es bedarf umfangreicher Methoden und Hilfsmittel, die für eine Planung bei hoher Unsicherheit der grundlegenden Planungsdaten geeignet sind und darüber hinaus eine ständige Veränderung der Logistik-

systeme unterstützen. Der Betrachtungsgegenstand der Systeme erstreckt sich dabei von der Erfassung der Kundenwünsche bis zur Auslieferung des Produkts.

		Erzeugnisspektrum			
		kundenindividuelle Produkte	Standardprodukte mit kundenspezifischen Varianten	Standardprodukte mit anbieterspezifischen Varianten	Standardprodukte ohne Varianten
Produktionstyp	Einzel- fertigung	T: sehr hoch PS: gering	T: hoch PS: mittel		
	Serien- fertigung		T: hoch PS: mittel	T: mittel PS: hoch	
	Massen- fertigung			T: mittel PS: hoch	T: gering PS: sehr hoch

Legende:

T: Turbulenz des Umfelds PS: Planungssicherheit, Sicherheit der Planungsdaten
 Unternehmen mit variantenreicher Serienfertigung

Bild 1-1: Abgrenzung des Betrachtungsbereichs (in Anlehnung an HEINEN [1991, S. 404FF.] und RABUS [1980, S. 84FF.]

1.4 Vorgehensweise

Aufbauend auf der in Kapitel 1 erläuterten Zielsetzung der Arbeit werden in Kapitel 2 zunächst die wesentlichen Begrifflichkeiten definiert. Anschließend werden die Bedeutung der Logistik und die Situation der Logistikplanung in den betrachteten Unternehmen beschrieben und diskutiert. Basierend auf einer Analyse der Einflussgrößen des Umfelds werden im letzten Schritt die grundlegenden Anforderungen an wandlungsfähige Logistiksysteme abgeleitet.

In Kapitel 3 wird auf bestehende Lösungen der Forschung eingegangen. Dazu werden die für die Arbeit bedeutendsten Ansätze zur Modellierung von Logistiksystemen, zur Gestaltung wandlungsfähiger Logistikkonzepte und zur Planung von Logistiksystemen aufgezeigt. Im letzten Teil werden bestehende Ansätze zum Betrieb von Logistiksystemen mit dem Fokus auf das Logistikcontrolling sowie das logistische Störungsmanagement diskutiert.

Kapitel 4 erläutert das grundlegende Konzept einer wandlungsfähigen Logistik. Dazu wird im ersten Schritt ein allgemeingültiges Modell eines Logistiksystems entwickelt. Dieses bildet die Basis für die Definition von Strategien zur

1 Einleitung

Anpassung der Logistik an Veränderungen der Umfeldfaktoren. Besonderes Gewicht wird dabei auf die Bewertung der Einsatzzeitung der Strategien gelegt.

In Kapitel 5 wird schließlich eine integrierte Methodik zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme vorgestellt. Es werden detailliert die einzelnen Schritte der Planungsvorgehensweise erläutert und durch geeignete Methoden ergänzt. Den zentralen Aspekt bildet die Berücksichtigung der Turbulenz des Umfelds sowie der Unsicherheit der Planungsdaten. Abgeschlossen wird das Kapitel durch die Darstellung eines Controllingystems, das Änderungen der relevanten Umfeldgrößen frühzeitig aufzeigt und die notwendigen Reaktionen zur Anpassung des Systems auslöst.

Kapitel 6 beinhaltet die Evaluierung der Planungsvorgehensweise und der Anwendbarkeit der Strategien zur Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme anhand eines Anwendungsbeispiels aus dem Bereich der Kleingeräteproduktion.

Kapitel 7 bewertet den Nutzen der im Rahmen der Arbeit entwickelten Ansätze der Wandlungsfähigkeit von Logistiksystemen. Dazu wird der Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit sowie auf die wichtigsten Zielkriterien detailliert beschrieben.

Eine Zusammenfassung und der Ausblick auf weiterführende Forschungsgebiete bilden in Kapitel 8 den Abschluss der Arbeit.

Kapitel 1	Einleitung	Kapitel 3	Stand der Forschung: - Logistikmodelle - Wandlungsfähige Logistiksysteme - Planungsvorgehensweisen - Logistikcontrolling
Kapitel 2	Charakterisierung des Betrachtungsbereichs		
Kapitel 4	Modellierung eines wandlungsfähigen Logistiksystems	Strategien zur Anpassung des Logistiksystems an Veränderungen der Systemumgebung	
Kapitel 5	Methodik zur Planung eines wandlungsfähigen Logistiksystems	Konzeption eines integrierten Controllingystems für die Logistik	
Kapitel 6	Verifizierung an einem Praxisbeispiel	Kapitel 7	Bewertung des Konzepts
Kapitel 8	Zusammenfassung und Ausblick		

Bild 1-2: Überblick über die Inhalte der Arbeit

2 Logistik in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung

In Kapitel 2 werden zunächst die Grundlagen der Arbeit erörtert. Dazu werden im ersten Schritt die Begriffe Logistik, Logistiksystem und Wandlungsfähigkeit diskutiert und definiert. Darauf aufbauend wird die Situation in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung hinsichtlich der Bedeutung der Logistik und des Einflusses der Umfeldeterminanten analysiert. Abgeschlossen wird das Kapitel von einer Zusammenfassung der bestehenden Defizite bei der Planung und dem Betrieb von Logistiksystemen sowie einer Darstellung der grundlegenden Anforderungen an das Konzept der Arbeit.

2.1 Logistik und Logistiksysteme

2.1.1 Definition des Begriffs Logistik

Der Begriff Logistik wurde in den letzten zwei Jahrzehnten häufig diskutiert und hat dabei die unterschiedlichsten Ausprägungen erfahren. Festzustellen ist ein grundlegender Bedeutungswandel von einer rein operativen Materialversorgung zu einem Denkmodell der Unternehmensführung [DELFMANN 1999, S. 1]. Begründet durch diesen Wandel wird der Logistikbegriff in der Literatur sehr unterschiedlich definiert [ENGELSLEBEN & NIEBUER 1997, S. 7; WEBER 1999A, S. 4]. WILDEMANN [1997, S. 4ff.] charakterisiert die Entwicklung der Logistik durch die vier Phasen der instrumentellen, funktionalen, institutionellen und managementorientierten Logistikkonzeption (Bild 2-1). Die erreichte vierte Phase, die Logistik als Managementkonzept versteht, betont die strategischen Gestaltungsobjekte und die Querschnittsorientierung zur zeiteffizienten, kunden- und prozessorientierten Koordination von Wertschöpfungsaktivitäten.

Alle Definitionen sehen jedoch als zentralen Inhalt der Logistik die „zielgerichtete Überbrückung von Raum- und Zeitdisparitäten“ [WILDEMANN 1997, S. 4]. Dabei stellt die „Bereitstellung der richtigen Güter in der richtigen Menge, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort und in der richtigen Qualität zu richtigen Kosten“ [BOWERSOX 1974, S. 13; JÜNEMANN 1989, S. 18] die grundlegende Zielsetzung der Logistik dar.

2 Logistik in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung

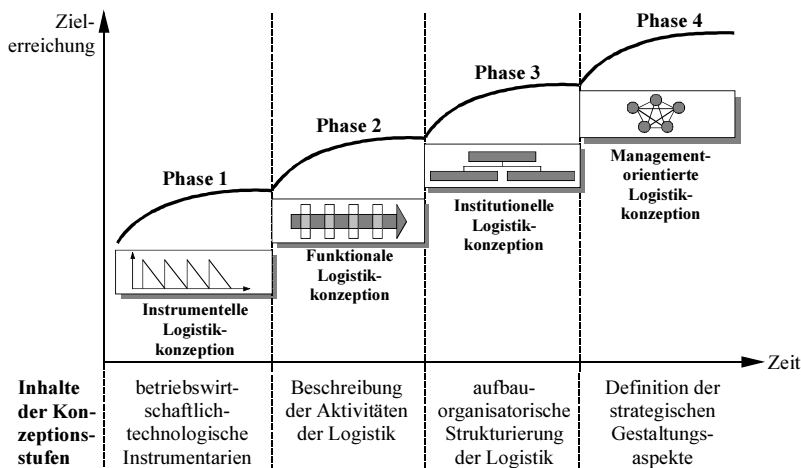


Bild 2-1: Entwicklungsphasen der Logistikkonzeption (in Anlehnung an WILDEMANN [1997, S. 6])

Divergierende Auffassungen bestehen vor allem hinsichtlich der Aufgaben der Logistik und der betrachteten Objekte. Analysiert man bestehende Definitionen [BALLOU 1985, S. 4; BICHLER & SCHRÖTER 1995, S. 15; BÖHME 1987, S. 23; ENGELSLEBEN & NIEBUER 1997, S. 8; FELDHAHN 1991, S. 4; FIETEN 1999, S. 57; FILZ U.A. 1989, S. 3; JACOBI 1994, S. 3; JÜNEMANN 1989, S. 11; PFOHL 1990, S. 12; PFOHL 1994, S. 4; SCHULTE 1995, S. 1; SCHÖNSLEBEN 1998B, S. 7; ULLMANN 1993, S. 32; WILDEMANN 1997, S. 15ff.], so können folgende charakteristische Elemente der Logistik identifiziert werden:

- Die grundlegenden Funktionen der Logistik sind die Zeit- und Raumüberwindung sowie der Mengenausgleich.
- Die Aufgaben der Logistik sind die Planung, Gestaltung, Durchführung (Steuerung) und Kontrolle des Objektflusses.
- Die Gestaltung der Funktionen und Aufgaben der Logistik orientiert sich an den Unternehmenszielen.
- Die Objekte können sowohl immaterieller (Information, Energie) als auch materieller (Material, Personen) Art sein.

- Die Logistik stellt eine Querschnittsfunktion vom Lieferanten bis zum Kunden dar, überwindet damit die Unternehmensgrenzen und erstreckt sich über die gesamte Wertschöpfungskette.
- Die Logistik ist geprägt von einer Markt- bzw. Kundenorientierung und einer Wettbewerbsorientierung.

In Anlehnung an die Definitionen des Logistikbegriffs von FELDHAHN [1991, S. 4] und SCHULTE [1995, S. 1], in denen die oben genannten Kriterien am deutlichsten zum Ausdruck kommen, wird der Arbeit folgende Definition des Begriffs Logistik zugrundegelegt:

Logistik ist die markt- und wettbewerbsorientierte, integrierte Planung, Gestaltung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Objektflusses (Material, Personen, Information, Energie) in Unternehmen sowie zwischen Unternehmen und ihrer Umwelt. Der Betrachtungsgegenstand umfasst die gesamte Wertschöpfungskette, wobei sich die Art der Funktionserfüllung und die Gestaltung der Aufgaben an den Unternehmenszielen orientiert.

Von besonderer Bedeutung für die Arbeit sind die Aspekte der Markt- bzw. Kundenorientierung, die ganzheitliche Betrachtung der Wertschöpfungskette sowie die Integration der Logistikfunktionen. Die Gestaltung der Prozesse, die eine physische Veränderung der Güter beinhalten, gehört nicht zu den Aufgaben der Logistik, müssen aber wegen der hohen, gegenseitigen Beeinflussung immer berücksichtigt werden [SCHÖNSLEBEN 1998B, S. 12FF.].

2.1.2 Definition des Begriffs Logistiksystem

Entsprechend den verschiedenen Definitionen des Logistikbegriffs werden auch unter einem Logistiksystem unterschiedliche Ansätze verstanden, die von den rein operativen Inhalten des Materialflusses bis hin zu einem allgemeinen, systemtechnischen Verständnis reichen [DELFMANN 1999, S. 2; GUDEHUS 1999, S. 8FF.; ISERMANN 1994, S. 27; KÜHN 1989, S. 5; LOCHTHOWE 1990, S. 37FF.; PFOHL 1990, S. 5FF.]. Entsprechend des in der Arbeit definierten Logistikverständnisses wird dem systemtechnischen Ansatz gefolgt, da auf diese Weise dem Anspruch an eine ganzheitliche Abbildung der Logistikobjekte und -funktionen sowie der Beschreibung der Interaktionen zwischen dem Logistiksystem und dessen Umwelt Rechnung getragen werden kann. Die Definition des Begriffs Logistiksystem erfolgt in Anlehnung an ISERMANN [1994, S. 27FF.]:

Ein Logistiksystem ist ein offenes, dynamisches System, das aus einer Menge von Objekten besteht, die zueinander in Beziehung stehen. Ein Objekt ist dabei eine abgrenzbare Einheit, die durch Merkmalsausprägungen charakterisiert ist. Die Objekte des Systems können materieller (z.B. Leistungsobjekt) oder immaterieller (z.B. Information) Natur sein. Es handelt sich um ein offenes System, da seine Objekte zur Systemumwelt in Beziehung stehen. Dadurch unterliegen die Objekte einer zeitlichen Veränderung, so dass Logistiksysteme dynamische Systeme darstellen.

Das in der Arbeit betrachtete Logistiksystem umfasst den Bereich der Mikrologistik [BÖHME 1987, S. 26; FELDHAHN 1991, S. 3; PFOHL 1990, S. 13; WEBER 1999A, S. 4] und beschränkt sich damit auf Einzelwirtschaften, wie beispielsweise Industrie- und Handelsunternehmen. Ziel der Mikrologistik ist die Schaffung rationeller und wirtschaftlicher Material- und Informationsflüsse, indem eine geeignete Organisation und Gestaltung der Logistikfunktionen geschaffen wird [GUDEHUS 1999, S. 11]. PFOHL [1990, S. 13] unterscheidet daneben die Makrologistik, die sich mit gesamtwirtschaftlichen Systemen, z.B. mit dem Güterverkehrssystem einer Volkswirtschaft, auseinandersetzt, und die Metalogistik, die zwischen den beiden definierten Ebenen angesiedelt ist und sich mit der Erfüllung der Logistikfunktion in Teilen einer Gesamtwirtschaft, z.B. in einem definierten Absatzkanal, beschäftigt.

Eine weitergehende funktionale Differenzierung in eine Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik [JÜNEMANN 1989, S. 43; PFOHL 1990, S. 17; WEBER 1999A, S. 4] ist im Rahmen der Arbeit nicht sinnvoll. Diese Funktionen werden als Bestandteil jeder einzelnen Wertschöpfungsstufe betrachtet und stellen kein Klassifizierungsmerkmal des Gesamtlogistiksystems dar.

2.2 Wandlungsfähigkeit zur Beherrschung der Umfeldturbulenz

2.2.1 Begriff der Wandlungsfähigkeit

Der Begriff Wandlungsfähigkeit wird in der Wissenschaft erst seit Kurzem diskutiert. Ausgehend vor allem von der Turbulenz der Märkte und der ständigen Induzierung neuer Anforderungen in den Unternehmen wird in einigen

2.2 Wandlungsfähigkeit zur Beherrschung der Umfeldturbulenz

Forschungsprojekten untersucht, wie Unternehmensorganisationen, Produktionsstrukturen oder Produktionsanlagen gestaltet sein müssen, um den Einflüssen eines hochkomplexen und dynamischen Umfelds gerecht zu werden.

Im Rahmen dieser Projekte wurden verschiedene Definitionen des Begriffs Wandlungsfähigkeit entwickelt und diskutiert. Eine einheitliche Definition konnte sich bisher aber noch nicht durchsetzen. Im Folgenden werden deshalb als Ergebnis einer Analyse bestehender Definitionen [BECKMANN 1996, S. 73; HARTMANN 1997, S. 18FF.; HARTMANN & SPIEWACK 1999, S. 13; KÜHNLE U.A. 2000, S. 235F.; REINHART 1997, S. 177; REINHART 2000, S. 38; REINHART U.A. 1999B, S. 22; WEBER 1999B, S.393FF.; WESTKÄMPER 1999A, S. 605 BZW. S. 613; WESTKÄMPER 1999B, S. 131F.; WIENDAHL & HERNÁNDEZ 1999, S. 3; WIENDAHL & HERNÁNDEZ 2000, S. 38FF.] die charakteristischen Merkmale und Kriterien der Wandlungsfähigkeit beschrieben:

- Durch Wandlungsfähigkeit kann eine Anpassung von Systemen an geplante und ungeplante Veränderungen der Umfeldfaktoren erreicht werden.
- Die Wandlungsfähigkeit ist gekennzeichnet durch die Mehrdimensionalität der Einflussgrößen. Es besteht grundsätzlich keine Einschränkung der Ziel-dimensionen der Reaktion.
- Die Stärke der Turbulenz des Unternehmensumfelds, gekennzeichnet durch die Komplexität und Dynamik der Einflussgrößen, bestimmt das notwendige Maß an Wandlungsfähigkeit.
- Der beim ungeplanten Eintreten eines Ereignisses bis zur spätest möglichen Umsetzung verbleibende Zeitraum bestimmt die notwendige Anpassungsgeschwindigkeit des Systems. Damit steht bei der Wandlungsfähigkeit im Gegensatz zum Begriff der Agilität, der eine schnelle Umsetzung vorhandener Flexibilitätspotenziale betont [MILBERG 1997, S. 26; UHLMANN & SCHRÖDER 1998, S. 181; WESTKÄMPER 1999A, S. 252; WILDEMANN 1998, S. 4], die Geschwindigkeit nicht im Vordergrund der Überlegungen.
- Wandlungsfähigkeit ist gekennzeichnet durch eine eigene Aktionsfähigkeit, d.h. durch proaktives Agieren zur Beeinflussung und Gestaltung des eigenen Unternehmensumfelds, indem auf die Ausprägungen der Märkte und die Wettbewerbssituation bewusst Einfluss genommen wird.
- Wandlungsfähigkeit ist ein Unternehmenspotenzial, das sich aus den Elementen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zusammensetzt.

- Wandel als Umsetzung des Potenzials der Wandlungsfähigkeit bedeutet substantielle Veränderungen im Unternehmen. Es werden revolutionäre Sprünge und Umgestaltungen vorgenommen, die sich von einer kontinuierlichen Verbesserung und evolutionären Weiterentwicklung differenzieren.
- Der Wandel eines Unternehmens ist niemals abgeschlossen. Es handelt sich vielmehr um einen dauerhaften Prozess, der eine ständige Beobachtung des Umfelds sowie der unternehmensinternen Strukturen und Systemausprägungen erfordert, um Veränderungen erkennen und Anpassungsmaßnahmen initiieren zu können. Damit setzt Wandlungsfähigkeit eine ständige Veränderungsbereitschaft und Lernfähigkeit in den Unternehmen voraus.

Die erläuterten Aspekte der Wandlungsfähigkeit können zu folgender Definition zusammengefasst werden (in Anlehnung an REINHART U.A. 1999B, S. 22):

Wandlungsfähigkeit beschreibt die Fähigkeit von Unternehmen, sich hinsichtlich Anforderungen des turbulenten Umfelds anzupassen, die nicht unbedingt geplant und vorhersehbar waren. Die Dimensionen, in denen Veränderungen stattfinden, müssen nicht vorher bekannt gewesen sein. Das Potenzial der Wandlungsfähigkeit wird dabei gebildet aus Flexibilität und Reaktionsfähigkeit.

Im Rahmen der Arbeit ist die Unterscheidung zwischen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit als Untermengen der Wandlungsfähigkeit von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund werden diese Begriffe, die in der Literatur sehr unterschiedlich und teilweise synonym gebraucht werden, gesondert definiert.

2.2.2 Abgrenzung der Flexibilität

Der Begriff Flexibilität wird im allgemeinen Sprachgebrauch sehr häufig verwendet. Dies hat zur Folge, dass ein generelles, aber sehr undifferenziertes Verständnis von Flexibilität vorhanden ist. Gängige Definitionen bezeichnen Flexibilität als „das Vorhandensein von Freiheitsgraden in einer Entscheidungssituation“ [TEMPELMEIER & KUHN 1993, S. 18]. Diese allgemeine Aussage bietet große Interpretationsfreiheit und wird entsprechend des Anwendungsgebietes, z.B. Betriebswirtschaftslehre, Entscheidungstheorie oder Produktionstechnik, sehr unterschiedlich ausgelegt [UPTON 1997, S. 1080]. Die folgenden Ausführungen beziehen sich deshalb nur auf den Bereich der Produktionstechnik.

2.2 Wandlungsfähigkeit zur Beherrschung der Umfeldturbulenz

Einige Autoren versuchen, die beschriebenen Freiheitsgrade zu spezifizieren, indem die externen Einflussgrößen und damit die Auslöser der Anpassung charakterisiert werden. BÖHME [1987, S. 16] definiert dazu beispielsweise Flexibilität als die Anpassungsfähigkeit auf wechselnde Bedarfe des Marktes. Demgegenüber lässt sich nach SUAREZ [1995, S. 27FF.] der Flexibilitätsbedarf auf vier grundsätzliche Anpassungsfälle zurückführen: Veränderung des Produktmix, Herstellen eines neuen Produkts, Veränderung des Mengenbedarfs und Variation der Lieferzeiten.

Andere Autoren unterscheiden verschiedene Flexibilitätsarten, um die internen Anpassungsgrößen zum Ausdruck zu bringen. HEINEN [1991, S. 465] beschreibt dazu z.B. die technologische, zeitliche und kapazitive Anpassung eines Unternehmens. SETHI & SETHI [1990, S. 290FF.] unterscheiden elf verschiedene Flexibilitätsarten (darunter z.B. Bearbeitungs- und Erweiterungsflexibilität) und setzen diese zueinander in Beziehung, um die gegenseitigen Abhängigkeiten zu verdeutlichen. Eine überschneidungsfreie Definition ist dabei aber kaum möglich.

Eine dritte Gruppe von Autoren gliedert die Flexibilitätspotenziale nach dem zeitlichen Betrachtungshorizont. REFA [1990, S. 46] systematisiert z.B. in kurzfristige (Produkt- oder Mengenflexibilität) und langfristige Flexibilitätsarten (Erweiterungsflexibilität). Günthner und Haller [GÜNTNER & HALLER 1998, S. 179; HALLER 1999, S. 23] differenzieren dagegen den zeitlichen Charakter durch die Arten der operativen und strategischen Flexibilität. Die Beschreibung erfolgt dabei nicht über die Bezugsobjekte sondern über die Zielgrößen der Flexibilität. Bei der operativen Flexibilität mit kurzfristigem zeitlichen Verhalten steht die Stabilität des Systems im Vordergrund, während bei der langfristigen, strategischen Flexibilität vorrangig das Ziel der Anpassbarkeit verfolgt wird.

Der geschilderte zeitliche Aspekt ist im Rahmen der Diskussion der Beherrschung der Umfeldturbulenz von grundlegender Bedeutung. Entscheidend ist aber nicht der zur Verfügung stehende Umsetzungszeitraum der Flexibilitätsmaßnahmen, wie er von den oben vorgestellten Definitionen adressiert wird. Wichtiger ist der zeitliche Horizont des Auftretens von Ereignissen. Das bedeutet eine Differenzierung in von Anfang an vorhersagbare und nicht prognostizierbare, plötzlich eintretende Ereignisse. Flexibilität charakterisiert dabei das Potenzial auf bekannte, vorhersagbare Ereignisse und deren Auswirkungen reagieren zu können. In Anlehnung an die Definition von KÜHN [1989, S. 59FF.] wird der Arbeit folgendes Flexibilitätsverständnis zugrunde gelegt:

Flexibilität kann als die Eigenschaft eines Systems betrachtet werden, die dessen Fähigkeit zur Bewältigung der Unsicherheit und der Dynamik des Umfelds angibt. Es werden Aktionsräume für spätere Entscheidungen geschaffen. Innerhalb dieser Aktionsräume kann das System flexibel auf die Realisation von Zufallsvariablen reagieren. Die Flexibilität selbst äußert sich in der Fähigkeit, an zwar sicher bekannte, aber wechselnde Anforderungen anpassbar zu sein.

KÜHN bezeichnet die Fähigkeit der Anpassung an diese bekannten Veränderungsdimensionen als *ex ante* – Flexibilität, weil die notwendige Reaktion bereits vor dem Eintreten des Ereignisses definiert ist. Wesentlich dabei sind die Aspekte der vordefinierten Aktionsräume, die auch als Flexibilitätskorridore bezeichnet werden [REINHART U.A. 1999A, S. 23], und die Vorbestimmung der Dimensionen der Veränderung.

2.2.3 Charakterisierung der Reaktionsfähigkeit

Basierend auf der Unterscheidung der Veränderungen der Systemumgebung nach der Vorhersagbarkeit wird mit Reaktionsfähigkeit das Handlungspotenzial bezüglich nicht prognostizierbarer, plötzlich eintretender Ereignisse bezeichnet. Die Definitionen, die in der Literatur verfügbar sind, spiegeln diese Ansicht im Wesentlichen wieder, fokussieren aber unterschiedliche Schwerpunkte.

SCHUFF [1984, S. 17] stellt beispielsweise den situativen Entscheidungscharakter der Reaktionsfähigkeit in den Vordergrund. Es handelt sich dabei nach seiner Meinung um schwierige Entscheidungsprobleme, da sie kurzfristig auftreten, schnell gelöst werden müssen und im Zustand unvollkommener Information und Unsicherheit über die Folgewirkungen zu treffen sind. Die Unvollständigkeit und Unsicherheit der Informationen ist auch für SCHNEEWEIß [1989, S. 15] und SCHOLZ-REITER & SCHARKE [2000, S. 21ff.] der Hauptgrund, Reaktionsfähigkeit als dynamisches Potenzial zu fordern, das eine bestmögliche Adaption an denkbare Umweltsituationen erlaubt. Damit betonen beide Definitionen ebenso wie REINHART U.A. [1999A, S. 22 bzw. 1999B, S. 22] und MAYER [1999, S. 14] die Unvorhersehbarkeit des Ereignisses und damit das Fehlen einer vorbereiteten Lösung. MÖSSNER [1982, S. 90] diskutiert in diesem Zusammenhang die abnehmenden Möglichkeiten zur Planung bei steigender Ungewissheit der Ereignisse und stellt deshalb die Unvereinbarkeit von Reaktionsfähigkeit und Planung in den Vordergrund. BECKMANN [1996, S. 83] fokussiert den logisch-

kausalen Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Ereignisses und der Einleitung einer Planungsaktivität. Die Ursache des Handelns liegt dabei in der Vergangenheit. Die Reaktionsfähigkeit ermöglicht es einem Unternehmen dementsprechend, jenseits vorgeplanter Dimensionen und Flexibilitätskorridore zu agieren.

Am Deutlichsten fasst KÜHN [1989, S. 63] die Elemente der Reaktionsfähigkeit in der Definition der ex post erreichten Flexibilität zusammen. In Anlehnung an diese Beschreibung soll für die vorliegende Arbeit folgende Definition des Begriffs Reaktionsfähigkeit gelten:

Reaktionsfähigkeit bezeichnet das Potenzial eines Systems, auf eingetretene, unvorhersehbare Ereignisse zu reagieren und sich neuen Situationen anpassen zu können. Als Potenzial ist die Reaktionsfähigkeit damit ungerichtet. Die Umsetzung des Potenzials zeigt sich dagegen in der Realisation eines Zielvektors in einer speziellen realisierten Umweltsituation.

Die entscheidenden Aspekte dieser Definition sind die Anpassung an ungeplante, spontan auftretende Veränderungen in nicht vordefinierten Dimensionen. Die Umsetzung der Lösungen der Reaktionsfähigkeit äußert sich im Aufbau eines neuen, dimensionsbezogenen Flexibilitätspotenzials.

2.2.4 Zusammenhang zwischen Wandlungsfähigkeit, Flexibilität und Reaktionsfähigkeit

In Kapitel 2.2.1 wurde erläutert, dass das Potenzial der Wandlungsfähigkeit sich aus den Einzelpotenzialen der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zusammensetzt. Das erforderliche Verhältnis zwischen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit ist dabei abhängig von dem Turbulenzgrad des Umfelds, dem das Unternehmen ausgesetzt ist [REINHART 2000, S. 25].

Je komplexer und dynamischer die Einflüsse des Umfelds sind, umso turbulenter ist das Umfeld. Die Folge ist eine sehr geringe Prognostizierbarkeit der Entwicklung der Einflussfaktoren und deren Auswirkungen auf das Unternehmen. Entsprechend bedarf es einem hohen Potenzial an Reaktionsfähigkeit, um die ungeplant eintretenden Ereignisse und die hohe Unsicherheit der zukünftigen Entwicklung beherrschen zu können. Für einzelne Dimensionen, in denen das zeitliche Auftreten und deren Ausprägung weniger stochastisch und deshalb eine Prognostizierbarkeit der Veränderungen möglich ist, kann ein entsprechendes

2 Logistik in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung

Flexibilitätspotenzial aufgebaut werden. Im Vergleich zum Potenzial der Reaktionsfähigkeit ist das Potenzial der Flexibilität jedoch gering. Der Bedarf an Wandlungsfähigkeit ist insgesamt in diesem Fall sehr hoch (Bild 2-2).

Je stabiler das Umfeld ist, d.h. je statischer das Verhalten der Einflussgrößen und je besser die Vorhersagbarkeit der Ereignisse ist, umso weniger Wandlungsfähigkeit wird benötigt. Vorrangig wird dabei das Potenzial der Reaktionsfähigkeit niedrig gehalten. Da aber auch in einem stabilen Umfeld Veränderungen auftreten, die in ihrem Ausmaß gering und in ihrer Dimension bekannt sind, werden die Einflüsse durch das Umfeld v.a. durch vorgeplante Flexibilität, d.h. den Aufbau angepasster Flexibilitätspotenziale, beherrscht.

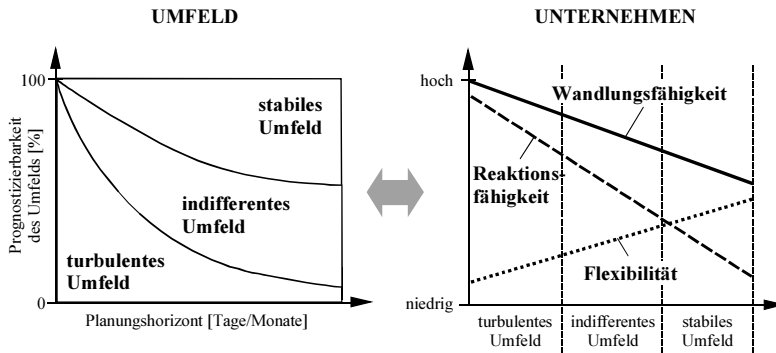


Bild 2-2: Zusammenhang zwischen Wandlungsfähigkeit, Flexibilität und Reaktionsfähigkeit (in Anlehnung an REINHART [2000, S. 39])

Entscheidend bei der Diskussion des Bedarfs an Wandlungsfähigkeit ist, dass nicht allgemein ein hohes Maß an Wandlungsfähigkeit sowie der Untermengen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit gefordert werden darf [BUCHNER U.A. 1998, S. 452F.; REINHART U.A. 1999A, S. 24]. Vielmehr ist im Einzelfall das Unternehmensumfeld bezüglich der vorhandenen Turbulenz zu analysieren. Anschließend kann unter Berücksichtigung des bereits im Unternehmen vorhandenen Flexibilitäts- und Reaktionsfähigkeitspotenzials entschieden werden, welches Maß an zusätzlicher Wandlungsfähigkeit notwendig ist bzw. wie das Verhältnis zwischen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit eingestellt werden muss, um eine optimale Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen.

2.2.5 Messung des Potenzials der Wandlungsfähigkeit

Eine schwierige Fragestellung stellt die Messung des vorhandenen Potenzials an Wandlungsfähigkeit bzw. an Flexibilität und Reaktionsfähigkeit dar. Grundsätzliche Aussagen sind notwendig, um als Unternehmer abschätzen zu können, welche Maßnahmen für die erfolgreiche Bewältigung der Zukunft eingeleitet werden müssen.

Zur Messung eines vorhandenen Flexibilitätspotenzials finden sich einige Ansätze in der Literatur, u.a. bei MEIER-BARTHOLD [1999, S. 25FF.], MÖSSNER [1982, S. 309FF.], SUAREZ U.A. [1995, S. 27] oder VICKERY U.A. [1999, S. 18FF.]. Das wesentliche Kriterium dabei ist die Eindimensionalität der Flexibilität. Dadurch ist es möglich, für einzelne Dimensionen Messgrößen zu benennen. Beispielsweise kann für einen bestimmten Zeitraum die von einer Anlage beherrschte Variantenvielfalt durch die Anzahl der verschiedenen gefertigten Produktvarianten gemessen werden. Weiterhin kann man das Potenzial der Stückzahlflexibilität ermitteln, indem die Grenzen der Stückzahländerungen bestimmt werden, die gerade noch keine Veränderung der Effizienz z.B. des Montagesystems und der Qualität eines Produkts zur Folge haben. Basierend auf diesen Messgrößen kann der vorhandene Handlungsspielraum quantifiziert und damit die Breite des Flexibilitätskorridors ermittelt werden (Bild 2-3).

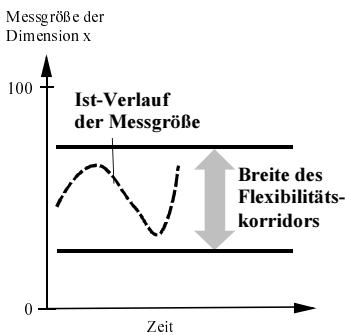


Bild 2-3: Bestimmung der Breite des Flexibilitätskorridors

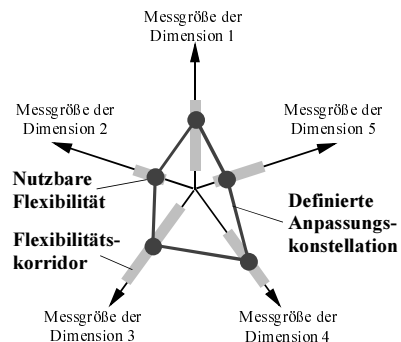


Bild 2-4: Reduzierung der Flexibilitätskorridore auf definierte Anpassungskonstellationen

Wird das Flexibilitätspotenzial in verschiedenen Dimensionen bestimmt, so ist zu beachten, dass Abhängigkeiten zwischen den Dimensionen bestehen. Da diese Abhängigkeiten in der Regel bei der Messung nicht berücksichtigt werden, kann bei einer mehrdimensionalen Betrachtung meist nicht die ermittelte Breite des Flexibilitätskorridors ausgeschöpft werden. In der Praxis führt dies zu einer Reduktion der nutzbaren Flexibilität und endet im Extremfall in der Definition einzelner Anpassungskonstellationen (Bild 2-4).

Ein schwierigeres Problem stellt die Bestimmung des Potenzials vorhandener Reaktionsfähigkeit dar. Wie bereits erläutert wurde, handelt es sich dabei um eine Größe, die nicht auf eine Dimension bezogen sondern völlig ungerichtet und dimensionslos ist. Aus diesem Grund ist eine Messung der Reaktionsfähigkeit nicht möglich. Allerdings kann durch eine Vergangenheitsbetrachtung ein Teil des bestehenden Potenzials indirekt gemessen werden, da die Reaktionsfähigkeit bei der Umsetzung in ein Flexibilitätspotenzial umgewandelt wird. Diese Tatsache kann für eine ausgewählte Dimension x und für einen definierten Zeitraum ΔT , beschrieben durch den Anfangszeitpunkt t_1 und den Endzeitpunkt t_2 der Betrachtung, durch folgende Formel zum Ausdruck gebracht werden:

$$\text{Reaktionsfähigkeit}_x(\Delta T) = \text{Flexibilität}_x(t_2) - \text{Flexibilität}_x(t_1)$$

Die Aussagekraft des auf diese Weise berechneten Maßes der Reaktionsfähigkeit ist sehr eingeschränkt, da die Wahl des Betrachtungszeitraums das Ergebnis der Berechnung erheblich beeinflusst. Dabei sollte das Zeitintervall relativ klein gewählt werden, um gewährleisten zu können, dass der Zuwachs an Flexibilität auf die kurzfristige Umsetzung des Potenzials der Reaktionsfähigkeit und nicht auf vorausgeplante Maßnahmen zur Flexibilitätssteigerung zurückzuführen ist.

Bei der indirekten Bestimmung der Reaktionsfähigkeit ist weiterhin zu beachten, dass es sich um eine Vergangenheitsbetrachtung handelt. Das bedeutet, dass nicht die aktuell verfügbare Reaktionsfähigkeit, sondern die aus dem Potenzial der Reaktionsfähigkeit neu geschaffene Flexibilität beschrieben wird. Da die Reaktionsfähigkeit nicht vollständig sondern nur partiell in einzelnen Dimensionen in Flexibilität überführt wird, ist es nicht möglich, durch die Berechnung die in der Vergangenheit vorhandene Reaktionsfähigkeit quantitativ zu bestimmen.

Die Wandlungsfähigkeit letztlich stellt einen aggregierten Zustand aus Flexibilität und Reaktionsfähigkeit dar. Dabei ist es ebenfalls nicht möglich, das Potenzial der Wandlungsfähigkeit durch Messung zu bestimmen. Der Grund

2.2 Wandlungsfähigkeit zur Beherrschung der Umfeldturbulenz

dafür ist, dass die Wandlungsfähigkeit ebenso wie die Reaktionsfähigkeit dimensionslos und ungerichtet ist. Das Flexibilitätsmaß und das indirekt durch Flexibilität bestimmte Reaktionsfähigkeitsmaß sind dagegen auf definierte Dimensionen bezogen und spiegeln entsprechend nur Teilpotenziale wieder. Theoretisch kann also selbst durch die Bestimmung der in allen Dimensionen vorhandenen Potenziale nur der Anteil der Flexibilität, aber niemals der Anteil der vorhandenen Reaktionsfähigkeit gemessen werden.

Um aber zumindest ungefähre Aussagen über die Handlungsfähigkeit des Unternehmens in Bezug auf die einwirkende Umfeldturbulenz und die richtige Einstellung der Anteile zwischen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit treffen zu können, kann in ausgewählten Dimensionen ein Vergleich der implementierten Flexibilität und der durch Reaktionsfähigkeit neu geschaffenen Flexibilität durchgeführt werden. Die Basis für diesen Vergleich bildet der in Bild 2-2 dargestellte Zusammenhang zwischen Wandlungsfähigkeit, Flexibilität und Reaktionsfähigkeit. Für die drei möglichen Klassen (turbulent, indifferent, stabil) des Umfelds kann das gewünschte Verhältnis zwischen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit angegeben werden (Bild 2-5). Dabei ist aber zu beachten, dass das zu Grunde liegende Maß der Wandlungsfähigkeit mit abnehmenden Turbulenzgrad ebenfalls abnimmt.

Klassifizierung des Umfelds	turbulent	indifferent	stabil
Anteil der Flexibilität	10% – 25%	25% - 50%	50% - 90%
Anteil der Reaktionsfähigkeit	90% – 75%	75% - 50%	50% - 10%

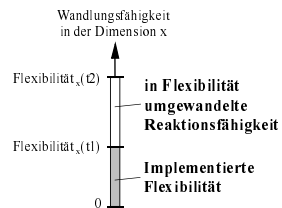


Bild 2-5: Anteile der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit an der Wandlungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Klassifizierung des Umfelds

Vergleicht man die Teilpotenziale der gemessenen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit in ausgewählten Dimensionen, kann eine Zuordnung zu einer der drei Veränderungsklassen durchgeführt werden. Wurde im Rahmen einer Umfeldanalyse (vgl. Kapitel 5.2) die Betrachtungsgröße ebenfalls dieser Veränderungsklasse zugeordnet, verfügte das Unternehmen für den Betrachtungszeitraum über ausreichende Wandlungsfähigkeit, d.h. die Einstellung der Flexibilitäts- und

Reaktionsfähigkeitsanteile war optimal. Differiert aber die Zuordnung, war die Verteilung der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit falsch gewählt und das vorhandene Maß an Wandlungsfähigkeit war zu gering. Der Fall, dass ein zu hohes Maß an Wandlungsfähigkeit vorhanden war, kann durch den Vergleich nicht ermittelt werden, da die Berechnung der Reaktionsfähigkeit nur das in Flexibilität umgesetzte Teilpotenzial nicht aber das vollständige Potenzial ausweist.

Der beschriebene Vergleich ermöglicht die grundsätzliche Beurteilung der Wandlungsfähigkeit eines Unternehmens in einzelnen Dimensionen. Eine Quantifizierung ist dabei nicht möglich. Allerdings kann durch die Gegenüberstellung der Auswertungen für verschiedene Betrachtungszeiträume die Veränderung des Potenzials der Wandlungsfähigkeit in einzelnen Dimensionen festgestellt werden. Dadurch ist es auch möglich, die Wirksamkeit unterschiedlicher Maßnahmen zu messen. Eine Verallgemeinerung der Wirksamkeit kann aber in der Regel nicht erreicht werden, da sich die Messung auf einen definierten Zeitraum und damit auf eine definierte Umfeldturbulenz sowie auf eine definierte innerbetriebliche Situation bezieht und nicht reproduzierbar ist.

2.3 Charakterisierung der variantenreichen Serienfertigung

2.3.1 Klassifizierung der Produktion

Im Rahmen der Arbeit werden Unternehmen mit einer variantenreichen Serienfertigung betrachtet. Die Fertigungsart charakterisiert die Häufigkeit der Leistungswiederholung im Produktionsprozess [SCHOMBURG 1980, S. 68]. Nach EVERSHEIM [1989, S. 13] sind bei der Serienfertigung Jahresstückzahlen von 1.000 bis 100.000 Stück üblich. Bei noch höheren Stückzahlen befindet man sich im Grenzbereich zur Massenfertigung. Charakteristische Losgrößen bewegen sich dabei im Rahmen der Serienfertigung zwischen 10 und 1.000 Stück.

Die Gestaltung und Ausprägung der Produktion bei einer variantenreichen Serienfertigung kann sehr unterschiedlich sein. Zur systematischen Klassifizierung der auftretenden Produktionskonstellationen wird im Folgenden eine Charakterisierung mittels der Kriterien der Betriebstypologien von SCHOMBURG [1980] und RABUS [1980] durchgeführt. Die für die vorliegende Arbeit relevanten Kenngrößen und deren Ausprägungsformen sind in Bild 2-6 dargestellt.

2.3 Charakterisierung der variantenreichen Serienfertigung

Die dunkelgrau markierten Felder kennzeichnen diejenigen Ausprägungen, die ausschließlich oder überwiegend bei einer variantenreichen Serienfertigung vorzufinden sind. Hellgrau markierte Felder stellen durchaus typische Ausprägungen dar, die aber nicht in der Mehrheit der Fälle auftreten.

Typologisches Merkmal	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3	Ausprägung 4
Erzeugnis-spektrum	Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	typisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten	Standarderzeugnisse mit Varianten	Standarderzeugnisse ohne Varianten
Erzeugnis-struktur	einteilige Erzeugnisse	mehrteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur	
Auftragsaus-lösungsart	Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen	Produktion auf Bestellung mit Rahmenaufträgen	Produktion auf Lager	
Nachfrage-verlauf	sporadisch	schwankend / saisonal	progressiv	linear
Produktions-tiefe	Produktion mit geringer Tiefe	Produktion mit mittlerer Tiefe	Produktion mit großer Tiefe	
Beschaffungs-art	Fremdbezug unbedeutend	Fremdbezug in größerem Umfang	weitestgehender Fremdbezug	
Dispositions-art	kundenauftragsorientiert	überwiegend kundenauftragsorientiert	überwiegend programmorientiert	programmorientiert
Ablaufart in der Fertigung	Baustellenfertigung	Werkstattfertigung	Gruppen-/ Linienfertigung	Fließfertigung
Ablaufart in der Montage	Baustellenmontage	Gruppenmontage	Reihen-/ Linienmontage	Fließmontage

Bild 2-6: Charakterisierung der variantenreichen Serienfertigung

Ein wesentliches Merkmal der variantenreichen Serienproduktion ist die Herstellung mehrteiliger Produkte mit einfachen oder in der Regel komplexen Strukturen. Meist besitzen die Unternehmen mehrere Produktreihen, die entweder auf einer gemeinsamen Basistechnologie oder demselben Kundenkreis basieren. Die Produktreihen enthalten wiederum mehrere Produkttypen, die sich z.B. in der angebotenen Leistung unterscheiden [KÖHLER 1996, S. 35].

2 Logistik in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung

Bei dem Merkmal Auftragsauslösungsart können alle drei Ausprägungen auftreten. Vorherrschend sind jedoch Kundenbestellungen in Form von Einzelaufträgen. Bei ca. 16 % der Unternehmen sind Bestellungen durch Einzelaufträge und Bestellungen mit Rahmenverträgen gleichermaßen vorzufinden [PFOHL U.A. 1997, S. 137]. Abrufe aus Rahmenverträgen sind v.a. in der Zulieferindustrie z.B. der Automobilproduktion üblich. Eine Produktion auf Lager wird in der Regel vermieden, tritt aber immer dann auf, wenn die Reaktionszeiten in der Produktion zu groß sind, um die Kundenaufträge termingerecht fertig stellen zu können [TREUTLEIN 1990, S. 8].

Aufgrund der hohen Produkt- und Variantenvielfalt und der auftragsbezogenen Produktion ist für Unternehmen mit einer Serienfertigung meist ein schwankender Nachfrageverlauf typisch [RABUS 1980, S. 96; SCHÖNSLEBEN 1998B, S. 15]. Für einzelne Exotenausführungen der Produkte sind auch sporadische oder im Fall von sehr innovativen Produkten progressive Nachfrageverläufe vorzufinden.

Die Produktionstiefe ist in Unternehmen mit einer variantenreichen Serienfertigung in der Regel sehr hoch. Die externe Vergabe von Wertschöpfungsanteilen wird häufig mit einem Verlust an Know-How verbunden und stellt damit eine Bedrohung für das Unternehmen dar [PFOHL U.A. 1997, S. 263]. Daraus resultiert, dass in den meisten Unternehmen nur Normteile fremdbezogen werden.

Da es sich bei dem angebotenen Produktspektrum um Standarderzeugnisse mit anbieter- oder kundenspezifischen Varianten handelt, finden sich bei der Materialdisposition v.a. die Ausprägungen „überwiegend programmorientiert“ und „überwiegend kundenorientiert“. Dabei erfolgt die Auslösung der Sekundärbedarfe zumeist „überwiegend programmorientiert“, da in den Produkten ein relativ hoher Anteil an Standard- bzw. Gleichteilen eingesetzt wird. Nur bei Bauteilen mit sehr hohem Wert oder im Fall von Exotenvarianten erfolgt eine kundenorientierte Disposition [KÖHLER 1996, S. 120; SCHOMBURG 1980, S. 55FF.].

Die Ausprägung der Ablaufart in der Fertigung und in der Montage wird maßgeblich von dem angebotenen Erzeugnisspektrum und der Fertigungsart bestimmt [HEINEN 1991, S. 442]. Daraus ergeben sich die Gruppen- bzw. Linienfertigung sowie die Reihen- bzw. Linienmontage als dominante Organisationstypen. In der Fertigung ist für den kundenindividuellen Anteil der Produkte eine Werkstattfertigung durchaus üblich [PFOHL U.A. 1997, S. 141; SCHÖNSLEBEN 1998B, S. 148], während eine Gruppenmontage eher selten ist.

2.3.2 Bedeutung der Logistik

Von großer Bedeutung für die Entwicklung einer effektiven Planungsmethodik für Logistiksysteme ist die Stellung der Logistik in den betrachteten Unternehmen. Da in der Literatur keine speziellen Untersuchungen der variantenreichen Serienfertigung bezüglich dieser Fragestellung existieren, erfolgt die Beurteilung auf Basis einer Untersuchung mittelständischer Unternehmen. Diese sind typische Vertreter der variantenreichen Serienproduktion [PFOHL U.A. 1997, S. 139]. FELDHAHN [1991, S. 15FF.] und PFOHL U.A. [1997, S. 19FF.] haben einige logistikrelevanten Kriterien zur Stellung der Logistik im Unternehmen ermittelt und für mittelständische bzw. große Unternehmen bewertet (Bild 2-7).

Merkmal	Ausprägung in kleinen und mittleren Unternehmen	Ausprägung in großen Unternehmen
Unternehmensplanung	taktisch, reaktiv	strategisch, präaktiv
Logistikstrategien	selten	häufig
Logistisches Problembewusstsein	gering bis mittel	mittel bis hoch
Logistikkompetenz	gering	hoch
Weiterbildung im Bereich Logistik	selten	häufig
Organisationseinheit Logistik	selten	häufig

Bild 2-7: Stellung der Logistik in mittelständischen und großen Unternehmen (in Anlehnung an FELDHAHN [1991, S. 15 BZW. S. 21])

Klein- und Mittelbetriebe richten ihre Unternehmensaktivitäten im Gegensatz zu Großunternehmen eher kurz- bis mittelfristig aus. Das bedeutet, dass keine ausgeprägte, langfristige Unternehmensplanung durchgeführt wird. Der Charakter ist taktisch und reaktiv [FELDHAHN 1991, S. 16]. Sehr positiv im Zusammenhang mit der Diskussion wandlungsfähiger Systeme ist das Wissen um die Dynamik des Umfelds und die grundsätzliche Bereitschaft, sich mit ungeplanten Situationen auseinander zu setzen bzw. Veränderungen im Unternehmen anzustoßen.

Eine wesentliche Folge der geringen strategischen Ausrichtung der Unternehmen ist, dass in kleinen und mittleren Unternehmen selten Logistikstrategien ent-

wickelt werden. Nach der Meinung von PFOHL U.A. [1997, S. 265] existiert zwar in der Regel eine klare Vorstellung über die Ziele der Logistik, eine Umsetzung in einer ganzheitlichen Logistikstrategie erfolgt aber nur selten. Deshalb findet in den meisten Fällen nur eine Planung der operativen Aufgaben der Logistik statt. Das bedeutet, dass die Planungsfunktion v.a. in der strategischen Ausrichtung in der Regel stark vernachlässigt wird [KUMMER 1992, S. 145].

Ein weiterer Grund für die mangelnde Planung der Logistikaktivitäten liegt nach FELDHahn [1991, S. 22] darin, dass die Bedeutung der Logistik als Wettbewerbsfaktor in mittelständischen Unternehmen nach wie vor noch unzureichend erkannt wird. PFOHL U.A. [1997, S. 263] sieht dagegen das Rationalisierungspotenzial mittlerweile als erkannt an, bestätigt aber einen Nachholbedarf in der Umsetzung einer unternehmensübergreifenden Logistikkonzeption.

Einigkeit besteht in der Literatur aber darüber, dass der Hauptgrund für die zögerliche Planung im Bereich der Logistik und die bisher noch mangelhafte Gestaltung der Logistiksysteme in der relativ geringen Logistikkompetenz liegt, die mittelständische Unternehmen besitzen. Zurückzuführen ist dies einerseits auf einen generellen Mangel an qualifizierten Mitarbeitern [KUMMER 1992, S. 193]. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Durchführung nur weniger Weiterbildungsmaßnahmen zu Themen der Logistik und deren Instrumenten, so dass die Erfahrungen im Umgang mit Hilfsmitteln zur Unterstützung der Logistikplanung gering sind [FELDHahn 1991, S. 22]. Andererseits führt die geringe Spezialisierung in Klein- und Mittelbetrieben zu einer hohen Aufgabenintegration bei den Mitarbeitern. Die Folge ist eine Priorisierung der Tätigkeiten, die sich mit dem unmittelbaren Produktionsprozess beschäftigen, und eine Vernachlässigung der als sekundär eingestuft Aufgaben der Logistik.

Deutlich zum Ausdruck kommt diese Tatsache in der institutionellen Einbindung der Logistik in mittelständischen Unternehmen. Selten existieren eigenständige Organisationseinheiten [FELDHahn 1991, S. 22], die sich mit den Aufgaben der Logistik auseinandersetzen. Dabei besteht in der Literatur keine Einigkeit, ob der Aufbau einer Logistikabteilung Voraussetzung zur Realisation eines erfolgreichen Logistikkonzepts ist. Im Rahmen der Arbeit wird die Auffassung vertreten, dass eine Verankerung der Logistikfunktionen in der Aufbauorganisation eines Unternehmens nicht zwingend notwendig ist. Vielmehr muss gewährleistet sein, dass eine umfangreiche, ganzheitliche Beschreibung der Logistikaufgaben im Unternehmen zur Verfügung steht und eine Integration in die Planungsprozesse der direkt am Produktionsprozess beteiligten Bereiche möglich ist.

2.3.3 Bewertung der Umfeldeinflüsse auf die Logistiksysteme

Das Umfeld der Logistiksysteme hat großen Einfluss auf die Gestaltung der Logistikfunktionen, die ablaufenden Prozesse und die Dynamik in den Systemen. Die wesentlichen Determinanten des Umfelds, die auf Logistiksysteme wirken, sind in Bild 2-8 dargestellt. Dabei können die Determinanten in globale Einflüsse, unternehmensexterne Umfeldfaktoren und unternehmensinterne Kriterien gegliedert werden (in Anlehnung an BUCHNER U.A. [1998, S. 452], FELDHAHN [1991, S. 30] und SCHREYÖGG [1998, S. 317 FF.]). Ziel der folgenden Analyse der Einflussgrößen ist die Ermittlung der Auswirkungen der Umfeldfaktoren in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung bzw. deren Logistiksystemen.

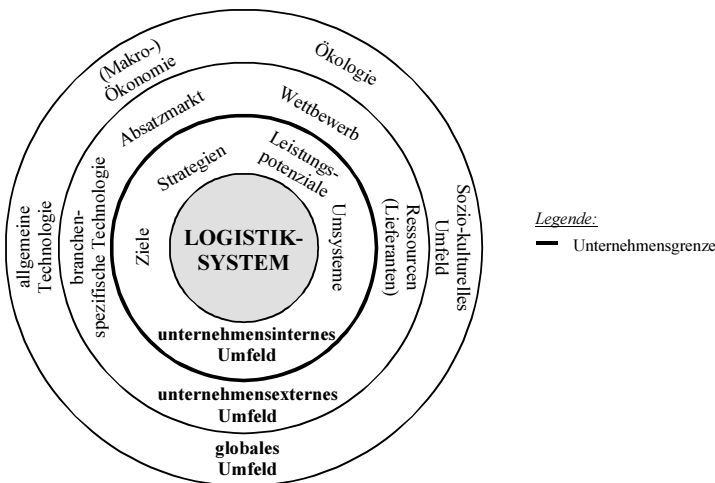


Bild 2-8: Klassifizierung der Einflüsse auf Logistiksysteme

- **Auswirkungen der Einflüsse des globalen Umfelds:**

Die Einflussfaktoren auf globaler Ebene sind bestimmt durch die Entwicklungen im Bereich der Makroökonomie und der Ökologie, den allgemeinen technologischen Fortschritt sowie die Veränderungen im sozio-kulturellen Umfeld. Dabei wirken die globalen Größen im Vergleich zu den anderen beiden Klassen der Einflussfaktoren eher mittel- bis langfristig und indirekt auf die Logistiksysteme. Sie haben aber sehr nachhaltige Auswirkungen in den Unternehmen.

Von großer Bedeutung ist die Entwicklung der Makroökonomie z.B. durch Konjunkturschwankungen, Veränderungen auf dem Kapitalmarkt oder die Öffnung neuer Märkte. Die Situation auf den Absatz- und Beschaffungsmärkten sowie der Bedarf an Gütern und Dienstleistungen [FELDHAWN 1991, S. 29; KÖHLER 1996, S. 12] wird dadurch grundsätzlich vorbestimmt. Als mögliche Folge, z.B. konjunktureller Veränderungen, kann ein Überangebot am Markt mit geringen Auslastungen der Produktions- und damit auch der Logistikkapazitäten entstehen. Andererseits kann eine Unterdeckung der Nachfrage, z.B. bei einem enormen Wachstum der Gesamtwirtschaft, auftreten [RITTER 1987, S. 17]. Weitere Auswirkungen durch die Einflüsse der Makroökonomie zeigen sich deutlich in der allgemeinen Veränderung der Länge und Ausprägung der Produktlebenszyklen, die sich in den letzten Jahren stark verkürzt haben.

Der Einflussfaktor Ökologie wirkt auf die Unternehmen v.a. in Form von Auflagen zur umwelt- und ressourcenschonenden Produktion. Im Bereich der Logistik bedeutet dies, eine generelle Reduzierung von Transporten anzustreben sowie umwelt- und ressourcenschonende Strategien und Technologien einzusetzen. Weitere Auswirkungen zeigen sich v.a. bei der Gestaltung der Produkt- und Transportverpackungen. Dabei wird versucht, den Verpackungsaufwand zu reduzieren und recycelbare Materialien einzusetzen [WILDEMAN 1995, S. 67].

Die angesprochene Verkürzung der Produktlebenszyklen kann grundsätzlich mit einer allgemeinen Beschleunigung der Innovationszyklen gleichgesetzt werden [REINHART 1997, S. 176]. Dementsprechend werden nicht nur die Produkte in immer kürzeren Zeitabständen durch neue substituiert, sondern auch die eingesetzten Technologien und Prozesse [KLÖPPER 1991, S. 10]. Die Fortschritte der allgemeinen technologischen Entwicklungen wirken sich dabei v.a. in der generellen Konzeption und Realisierung der Logistiksysteme aus [FELDHAWN 1991, S. 30; FISHER 1997, S. 106ff.].

Die Entwicklungen im Bereich des sozio-kulturellen Umfelds sind stark geprägt von politischen Grundsatzentscheidungen und rechtlichen Vorgaben, aber auch vom Strukturwandel der Arbeitsmodelle und den Veränderungen des Bildungs- und Qualifizierungssystems [MÄTZKE 1996, S. 67; KLÖPPER 1991, S. 11; SCHREYÖGG 1998, S. 318; WILDEMAN 1998, S. 7]. Deutliche Einflüsse entstehen darüber hinaus durch die allgemeinen Veränderungen in der Gesellschaft. Der Wandel zur Freizeitgesellschaft fördert den Individualisierungsanspruch sowohl in den nachgefragten Produkten als auch in der Art der Leistungserbringung der Beschäftigten [WARNECKE & BECKER 1994, S. 28].

2.3 Charakterisierung der variantenreichen Serienfertigung

- **Auswirkungen der Einflüsse des unternehmensexternen Umfelds:**

Zu den unternehmensexternen Umfeldfaktoren zählen die vom Unternehmen bedienten Absatzmärkte, der Wettbewerb, die Ressourcen in Form möglicher Lieferanten (Beschaffungsmarkt) und die in der Branche stattfindenden technologischen Entwicklungen. Charakteristisch für diese zweite, mittlere Ebene der Einflussgrößen ist, dass sie teilweise unmittelbar und teilweise mittelbar über die angrenzenden Produktionssysteme auf die Logistik wirkt (Bild 2-9).

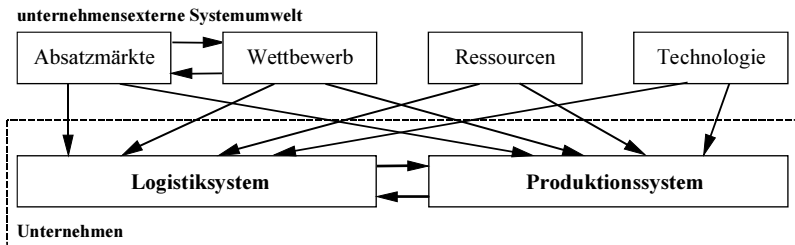


Bild 2-9: Wirkzusammenhänge zwischen den unternehmensexternen Einflussgrößen und dem Logistik- bzw. Produktionssystem

Der Absatzmarkt stellt eine der bedeutendsten Einflussgrößen dar und wirkt sowohl direkt als auch indirekt auf das Logistiksystem. Eine Charakterisierung des Marktes ist über die nachgefragten Produkte und Dienstleistungen (z.B. Produktbreite, Individualität der Produkte, Servicegrad), die Marktausprägung (z.B. räumliche Strukturierung und zeitlicher Charakter), die Marktgröße (z.B. Marktphase, Marktvolumen, Marktpotenzial, Marktdurchdringung) und die Bedarfsträger (z.B. Anzahl der Kunden, Bedarfsintensität, Vielfalt bzw. Dynamik der Kundenwünsche) möglich [NIESCHLAG U.A. 1994, S. 33FF.].

Charakteristisch für Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung ist, dass sie ihren marktstrategischen Vorteil in der Kundennähe suchen und deshalb eine hohe Produktbreite bzw. Variantenvielfalt anbieten. Das bedeutet, dass häufig kleine Marktbereiche und -nischen bedient werden, die durch heterogene Bedürfnisse der Kunden gekennzeichnet sind [PFOHL U.A. 1997, S. 166]. Verstärkt wird dieser Trend durch die allgemein zunehmende Diversifizierung der Märkte und Produkte, um dem steigenden Bedürfnis der Kunden nach Individualität nachzukommen [PILLER 1998, S. 78; WÜBBENHORST 1999, S. 96]. In den Logistiksystemen wirkt sich dies einerseits in der Handhabung einer immer

größer werdenden Teilevielfalt und sich ständig ändernder Produkte aus. Dies führt u.a. zu einer sehr geringen Transparenz bei der Materialbeschaffung und -bereitstellung sowie einer großen Anzahl Fehl- bzw. Falschlieferungen an die Produktionssysteme [ESSER 1996, S. 6F.; KÖHLER 1996, S. 12; STOLZ 1988, S. 13]. Andererseits erfordert die erhöhte Kundenorientierung eine kontinuierliche Überprüfung der Logistikleistung, v.a. der Lieferzeit und Liefertreue.

In der Vergangenheit agierten die Unternehmen vorrangig auf lokalen und regionalen Märkten. Mittlerweile wurde der Aktionsraum aber erheblich ausgeweitet und die Unternehmen bieten ihre Leistungen auf den internationalen Märkten an [PFOHL U.A. 1997, S. 166]. Dieser Trend der Globalisierung führt zu einer deutlichen Erhöhung der Komplexität des Unternehmensumfelds und zu einer stärkeren Vernetzung des Unternehmens mit seinem Umfeld. Durch die damit verbundene erhöhte zeitliche und räumliche Kopplungsintensität wird eine größere Anzahl Störungen im Unternehmen und den Logistiksystemen induziert. Eine Identifikation der Störung und deren Ursache ist dabei kaum mehr möglich [BECKMANN 1996, S. 18]. Der Grund liegt in der verminderten Transparenz der logistischen Abläufe bei einer gleichzeitigen Erhöhung des Logistikaufwands.

Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung bedienen häufig Nischenmärkte mit kleinen Nachfragemengen und einer geringen Anzahl an Abnehmern. Diese Märkte sind geprägt von einer hohen Instabilität aufgrund des geringen Marktvolumens und einer hohen Sensibilität bezüglich Aktionen der Wettbewerber, Veränderungen der Kundenanforderungen oder der Kundenstruktur. Die geringe Anzahl der Kunden führt weiterhin zu einer sehr hohen Dynamik der Bedarfsintensität in Abhängigkeit der Marktphase. Zum Ausdruck kommt dies in einem sehr instabilen Mengengerüst, mit dem die Unternehmen konfrontiert werden. Schwankende Nachfrageverläufe [RABUS 1980, S. 96] und eine ständige Veränderung des geforderten Produktmix wirken auf die Produktions- und Logistiksysteme. Änderungen der Absatzstückzahlen von $\pm 50\%$ vom Jahres- und Monatsdurchschnitt sind dabei keine Seltenheit [REINHART U.A. 1999D, S. 15]. Der zeitliche Charakter der Veränderung des Mengengerüsts reicht von einer langfristigen Entwicklung bis zu extrem kurzfristigen Ereignissen. Diese unterschiedlichen Belastungen führen in der Logistik aufgrund einer mangelnden Anpassung zu erheblichen Kosten und einer deutlichen Verschlechterung des Logistikservicegrads. Hervorgerufen werden diese Einbußen u.a. durch fehlende Logistikstrategien und suboptimal ausgeführte Logistikoperationen [FELDHAHN 1991, S. 29; REINHART U.A. 1999C, S. 414; SCHLICHATHERLE 1997, S. 14].

2.3 Charakterisierung der variantenreichen Serienfertigung

Die Einflussgröße Wettbewerb wird charakterisiert durch die Wettbewerbsintensität (z.B. Anzahl und Innovationsgrad der Wettbewerber, Einfluss des Marktführers) und die Wettbewerbsverteilung (z.B. Marktanteile der Wettbewerber, Marktfragmentierung). Nach NIESCHLAG U.A. [1994, S. 53] entsteht Wettbewerb zwischen verschiedenen Anbietern durch die Ungewissheit über die Aktionen der Konkurrenten. Die Folge ist eine ständige Korrektur definierter Entwicklungen und das Abweichen von den gesetzten Erwartungen. Die Ursache liegt einerseits in den beschränkten Möglichkeiten der Unternehmen, Informationen über die Konkurrenten zu beschaffen. Andererseits ist eine Beurteilung des Erfolgs der Handlung durch den Wettbewerber aufgrund unterschiedlicher Unternehmensstrategien und differenzierter Umfeldeinflüsse kaum möglich. Dies trifft v.a. im Bereich der variantenreichen Serienfertigung zu. Die Wettbewerbssituation ist durch die Anwesenheit mehrerer Konkurrenten gekennzeichnet, deren relative Stellungen zur eigenen Unternehmensposition aufgrund der häufig sehr spezifischen Ausprägung schwer einzuschätzen sind [PFOHL U.A. 1997, S. 167].

Bei der Diskussion des Einflusses des Absatzmarktes wurde die enge Vernetzung zwischen den Faktoren Markt und Wettbewerb bereits deutlich. Der Eintritt neuer Wettbewerber mit innovativen Produkten oder die aggressive Preispolitik eines Konkurrenten erzeugt durch die Veränderung der Marktanteile und der Bedarfsintensität der Kunden, aber auch der Kundenwünsche und dem Geschmack der Kunden eine hohe Dynamik und einen großen Anpassungsdruck in den Unternehmen [KOTLER & BLIEMEL 1992, S. 545]. Die Folge sind Kettenreaktionen im Markt, die zu einer kontinuierlichen Verkürzung der Innovationszyklen, einer Zunahme der Produktbreite bei gleichzeitiger Abnahme der Rentabilität, einer stärkeren Marktfragmentierung [KOTLER & BLIEMEL 1992, S. 571] und einer immer kürzeren Reaktionszeit bei der Leistungserstellung führen.

Die wichtigsten Entwicklungen der Einflussgröße Ressourcen (Beschaffungsmarkt) sind eine partielle Ressourcenverknappung und wie bei den Absatzmärkten eine zunehmende Globalisierung [BECKMANN 1996, S. 17; KRALJIC 1983, S. 110]. Die Globalisierung der Beschaffungsmärkte führt zwar zu einem erhöhten Angebot an Bezugsquellen, gleichzeitig aber auch zu einer verminderten Stabilität der Kunden-Lieferanten-Beziehungen durch den verschärften Wettbewerb. Der zweite Trend ist die zunehmende Verringerung der Fertigungstiefe [PFOHL U.A. 1997, S. 168]. Die Konzentration auf Kernkompetenzen gewinnt eine entscheidende Bedeutung als Wettbewerbsfaktor am Markt [WILDEMANN 1988A, S. 159; WILDEMANN 1998, S. 18]. Damit wird die Turbulenz im Beschaffungsmarkt zusätzlich durch die steigende Anzahl an Lieferanten und die zuneh-

mende Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit externer Partner verstärkt. Die Auswirkungen in den Logistiksystemen sind eine hohe Preisdynamik [BUCHNER U.A. 1998, S. 452], eine zunehmende Unsicherheit über die Stabilität der Lieferanten sowie ein höherer Koordinations- und Steueraufwand [EBERHART 1996, S. 52].

Der technologische Einfluss hängt maßgeblich von der Forschungsaktivität der Branche ab [BUCHNER U.A. 1998, S. 452]. Im Bereich der Produktionssysteme führt die rasche Entwicklung einiger Technologien, z.B. der Elektronik, Mikroelektronik oder Informations- und Kommunikations-Technologien zu erheblichen Problemen. V.a. die steigende Anwendung der IuK-Technologien hat tiefgreifende Auswirkungen auf die Logistik [BECKMANN 1998, S. 23; PICOT U.A. 1998, S. 270FF.]. Durch die Möglichkeit der Direktanbindung der Lieferanten und der Kunden entstehen neue Anforderungen bezüglich der Kundenentkopplungspunkte in der Produktion, aber auch einiger zeitlicher Determinanten, wie z.B. Auftragseinlastungszeitpunkt. Die Folgen zeigen sich auf allen Ebenen des Logistiksystems von der strategischen Ausrichtung bis zur operativen Durchführung.

Im Vergleich der diskutierten vier Einflussfaktoren des unternehmensexternen Umfelds verursacht der Absatzmarkt die größten Auswirkungen in den Logistiksystemen. Für sehr viele Unternehmen kann diese Größe als turbulent bezeichnet werden, während die anderen Einflussfaktoren zwar eine hohe Komplexität, aber eine deutlich geringere Dynamik besitzen [BUCHNER U.A. 1998, S. 453].

- **Auswirkungen der Einflüsse des unternehmensinternen Umfelds:**

Das unternehmensinterne Umfeld kann in die Dimensionen Ziele, Strategien, Leistungspotenziale und Umsysteme gegliedert werden. Es handelt sich dabei in allen Fällen um direkte Einflüsse, die auf die Logistiksysteme wirken.

Eine große Bedeutung spielen die Unternehmensziele. Sie stellen die Grundlage für die Ableitung der logistischen Zielsetzungen und die Konzeption der Logistiksysteme dar. Damit führt jede Änderung in den Unternehmenszielen in der Regel zu einer notwendigen Anpassung der Logistikziele und -systeme [BICHLER & SCHRÖTER 1995, S. 89; FELDHAHN 1990, S. 32]. Die Änderungen beziehen sich nicht nur auf einzelne Elemente, z.B. die operativen Logistikfunktionen, sondern beeinflussen die generelle Konfiguration der Systeme. Die Ursachen für Veränderungen der Ziele liegen nach KÜHN [1989, S. 60F.] entweder in der Unsicherheit hinsichtlich der definierten Ziele, da z.B. ungeklärte Zielinterdepen-

2.3 Charakterisierung der variantenreichen Serienfertigung

denzen vorhanden sind, oder in der Dynamik der Ziele, die z.B. durch eine Veränderung der Bewertung der Ziele durch die Entscheidungsträger entsteht.

Eng verbunden mit den Zielsystemen im Unternehmen sind die Strategien, die im Rahmen der Unternehmenspolitik definiert werden und die Umsetzung der Ziele durch entsprechende Maßnahmen beinhalten [FELDHAWN 1990, S. 32]. Dabei geben die Strategien den Handlungsrahmen vor, in dem sich die Logistiksysteme bewegen. Sie bestimmen maßgeblich die allgemeine Weiterentwicklung der Systeme und die Hauptschritte, die zum Erreichen der gewünschten Marktposition führen [MÖSSNER 1982, S. 23].

Die Leistungspotenziale besitzen sowohl langfristigen als auch kurzfristigen Charakter. Langfristig wird das Leistungspotenzial eines Unternehmens durch die Festlegung der Ressourcen zur Durchführung der betrieblichen Prozesse (z.B. Personalkapazität, Maschinen und Betriebsmittel) bestimmt [FELDHAWN 1990, S. 33]. Als Teilmenge werden dabei auch die Ressourcen der Logistik definiert. Der kurzfristige Charakter entsteht durch den zeitlich variierenden Einsatz der Ressourcen in den Umsystemen. Das bedeutet, dass die Leistungspotenziale teilweise z.B. den Veränderungen im Absatzmarkt angepasst werden und dadurch entsprechende Auswirkungen in den Logistiksystemen generieren.

Die Umsysteme üben den gravierendsten Einfluss auf die Logistik aus, da sie die Randbedingungen über den gesamten Wertschöpfungsprozess definieren. Nach FELDHAWN [1990, S. 31] ist eine Klassifikation in vertikale Umsysteme (z.B. Entwicklung und Konstruktion), laterale Umsysteme, die u.a. die Funktionen des Rechnungs- und Personalwesens abdecken, und horizontale Umsysteme (Fertigungs- und Montagesysteme) möglich. Die vertikalen Umsysteme haben einen starken Einfluss auf die Logistikkosten, die von der Gestaltung des Produkts abhängen. Der Einfluss der lateralen Umsysteme zeigt sich dagegen hauptsächlich bei der Gestaltung der Logistiksysteme durch die Vorgabe des Finanzrahmens bei Investitionsentscheidungen. Am Bedeutendsten sind aber die Einflüsse der horizontalen Umsysteme. Zurückzuführen ist dies v.a. auf die Anpassung der Produktionssysteme auf Veränderungen des unternehmensexternen und globalen Umfelds durch unterschiedliche Maßnahmen (Bild 2-10). Ziel ist der Erhalt des wirtschaftlichsten Betriebspunktes der Systeme und die Vermeidung von Störungen im Produktionsablauf. Die Auswirkungen dieser Maßnahmen beziehen sich auf alle Funktionen der Logistik. Einige Beispiele dafür sind die Veränderung der Materialbedarfe, der Bereitstellfrequenzen, der Auslastung der Transporteinrichtungen oder der Lokalität der Bedarfsstellen.

Technische Maßnahmen	Organisatorische Maßnahmen	Personelle Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung des Automatisierungsgrads • Betriebsmittel-/Arbeitsplatzüberkapazität • Aus-/Rückbau der Systeme • Installation temporärer Zusatzkapazitäten (z.B. durch Anmietung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung des Schichtmodells • Variation der Arbeitszeit • Zeitweise Stilllegung der Systeme • Ein-/Ausgliederung von Arbeitsinhalten • Fremdvergabe • Produkt-/Typenflexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung der Mitarbeiteranzahl • Einsatz von Springerpersonal • Ein-/Mehrmaschinenbedienung

Bild 2-10: Anpassungsmaßnahmen in Fertigungs- und Montagesystemen (nach SCHÄFER [1980, S. 76] und REINHART U.A. [1999C, S. 415])

2.4 Handlungsfelder für die Planung und den Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

In den vorausgegangenen Kapiteln wurden die Charakteristika der variantenreichen Serienfertigung sowie die Auswirkungen der Umfeldeinflüsse auf die Logistiksysteme ausführlich vorgestellt und diskutiert. Zusammenfassend können die folgenden vier Themenfelder mit dem größten Handlungsbedarf und die Anforderungen an das Konzept der vorliegenden Arbeit abgeleitet werden:

- **Es besteht eine große Intransparenz bezüglich der Gestaltungselemente eines Logistiksystems. Eine umfassende Darstellung der Funktionen und Beziehungen der Logistik ist nicht vorhanden.**

In Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung findet sich häufig nur ein sehr schwach ausgeprägtes Verständnis von Logistiksystemen. Eine Ursache dafür liegt in der mangelnden Logistikkompetenz der Mitarbeiter. Verstärkt wird dieses Defizit durch das Fehlen einer grundlegenden Vorstellung des Logistiksystems und seiner Funktionen. Es besteht eine große Intransparenz bezüglich des Aufbaus eines Logistiksystems und der Gestaltungselemente.

Grundlegende Voraussetzung zur Gestaltung wandlungsfähiger Logistikkonzepte ist deshalb die Definition eines beschreibenden Systemmodells. Die hohe Dynamik und Komplexität des Unternehmensumfelds wird zu einer größeren Intransparenz in der Logistik und zu noch stärker vernetzten Prozessen führen.

Dieser Entwicklung muss mit einer umfassenden, aber gleichzeitig einfachen Darstellung der Logistiksysteme begegnet werden. Dadurch können nicht nur die grundsätzlichen Elemente der Logistiksysteme verdeutlicht sondern auch die Parameter zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit aufgezeigt werden. Das Modell muss die elementaren Merkmale der Logistik, die Prozessorientierung, Offenheit des Systems und die Interaktionen mit dem Umfeld, widerspiegeln.

- **Die Gestaltung der Logistiksysteme berücksichtigt nur unzureichend die zunehmende Turbulenz des Umfelds. Dabei fehlt das grundsätzliche Wissen über mögliche Strategien zum Anpassen der Logistik.**

Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung sind vielschichtigen Einflussfaktoren ausgesetzt. Dabei zeigt sich, dass ein grundsätzliches Bewusstsein zur notwendigen Anpassung der Logistiksysteme und die Bereitschaft, diese Veränderungen umzusetzen, in den Unternehmen vorhanden ist. Die prinzipiellen Möglichkeiten zur Anpassung der Logistik sind aber kaum bekannt.

Deshalb ist es notwendig, die Freiheitsgrade bei der Gestaltung der Logistiksysteme und die Möglichkeiten einer Anpassung an Veränderungen des Umfelds aufzuzeigen. Die Strategien der Wandlungsfähigkeit müssen dabei auf verschiedene Dimensionen bzw. Einflussgrößen beziehbar sein. Die Anwendung in der Tiefe der Wertschöpfungskette muss skalierbar sein, d.h. die Strategien müssen unabhängig von einer bestimmten Anwendung definiert werden. Ebenso müssen Anpassungsmaßnahmen für alle Elemente des Logistiksystems beschrieben sein. Nur dadurch ist es möglich, für jedes Unternehmen eine spezifische Adaption zu erreichen. Wichtig ist weiterhin, dass in Abhängigkeit vom Grad der Umfeldturbulenz die Anpassungsgeschwindigkeit frei wählbar ist.

- **Die Logistiksysteme werden selten bewusst geplant. Es fehlen Methoden und Hilfsmittel zur Durchführung einer ganzheitlichen Logistikplanung.**

In den betrachteten Unternehmen besteht ein geringes Bewusstsein über die Bedeutung der Planung in der Logistik. Verstärkt wird dieses Defizit durch das Fehlen geeigneter Planungsmethoden. Die Folge ist, dass selten eine gezielte Planung von Logistiksystemen erfolgt. Dies äußert sich sowohl in operativen Schwachstellen, z.B. durch eine schlechte Flächenausnutzung bei der Materialbereitstellung und ineffizienten Bereitstellstrategien, als auch in einem erhöhten Logistikaufwand hervorgerufen durch die geringe Beherrschung der Prozesse.

Durch die Turbulenz des Umfelds wird die Planungshäufigkeit in der Logistik zukünftig zunehmen. Erfolgreich kann ein Unternehmen dabei nur sein, wenn die Systeme gezielt konzeptioniert werden. Dazu bedarf es einer turbulenzgerechten, ganzheitlichen Vorgehensweise zur Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme. Die Planungsaufgaben müssen die strategischen und die operativen Funktionen gleichermaßen umfassen. Die Vorgehensweise sollte in Form einer Handlungsanweisung mit methodischer Unterstützung formuliert sein, um eine hohe Transparenz des Planungsfortschritts und eine einfache Durchführung zu ermöglichen. Die Methodik soll für Neu- und Umplanungen geeignet sein. Bedeutend ist, dass alle Planungsschritte auf den Umgang mit unsicheren und unvollständigen Informationen ausgerichtet sein müssen, die durch das nichtdeterministische Verhalten der Systemumgebung aufgeprägt werden. Da in den betrachteten Unternehmen meist keine Organisationseinheit Logistik besteht, werden die Aufgaben dezentral bearbeitet. Das bedeutet, dass die Logistikplanung an angrenzende Prozesse, z.B. der Montageplanung, koppelbar sein muss.

- **Ein Controlling der Logistiksysteme und eine Anpassung im Betrieb erfolgt in nicht ausreichendem Maß. Es fehlt ein umfassendes Instrumentarium zur Beurteilung einer turbulenten Umfeldsituation und des daraus resultierenden Systemzustands in der Logistik.**

Das Umfeld der Unternehmen unterliegt einer hohen Veränderungsrate. Damit verbunden ist auch eine hohe Prognoseunsicherheit der Daten, die der Planung zugrunde gelegt werden. Dies führt zu suboptimalen Systemen durch die Veränderung der Auslegungsparameter im Laufe der Zeit. Eine Anpassung der Logistiksysteme nach Abschluss der Planung wird derzeit aber in der Regel nicht vorgenommen. Zum einen fehlt ein umfassendes Monitoring der Umfelddeterminanten, um die Veränderungsdimensionen und -ausmaße zu erkennen. Zum anderen existiert kein Mechanismus zur Ausnutzung der vorhandenen Reaktionsfähigkeit und zur definierten Rückkehr in die einzelnen Planungsphasen.

Aus diesem Grund ist es notwendig, die Voraussetzungen für eine Adaption im Betrieb des Systems zu schaffen. Dazu muss ein Konzept aufgestellt werden, das es erlaubt, einerseits alle relevanten Umfeldveränderungen zu erfassen und andererseits bei Bedarf einen gezielten Rücksprung in die Planung zu initiieren. Ziel ist die Definition eines geschlossenen Planungsablaufs durch die Integration eines umfassenden Logistikcontrolling. Dazu sind die grundlegenden Methoden und Reaktionsmuster zur Beherrschung der Umfeldturbulenz zu definieren.

3 Lösungsrelevante Ansätze

In Kapitel 3 werden die für die Arbeit relevanten, bestehenden Forschungsansätze vorgestellt und diskutiert. Die Arbeiten sind entsprechend den vier Handlungsfeldern gegliedert in Modellansätze zur Abbildung von Logistiksystemen, Strategien zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit in der Logistik, Vorgehensweisen zur Planung und Methoden zum Betrieb von Logistiksystemen. Abgeschlossen wird das Kapitel von einer Zusammenfassung der bestehenden Defizite der Ansätze und einer Einordnung der vorliegenden Arbeit.

3.1 Modellierung von Logistiksystemen

Ein Modell ist ein Abbild der Realität. Dabei ist es aber nicht imstande, alle Aspekte der komplexen und vielschichtigen Wirklichkeit zu erfassen, sondern betrachtet nur die wesentlichen und interessierenden Ausschnitte [DAENZER 1986, S. 13; HEINEN 1991, S. 5]. In Abhängigkeit der Zielsetzung des Betrachters lassen sich dementsprechend verschiedene Modelle für ein System entwickeln.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Ansätze zur Klassifizierung von Modellen. BIENERT [1983, S. 20] unterscheidet z.B. zwischen statischen und dynamischen Modellen, um den zeitlichen Bezug der Betrachtung und damit die Berücksichtigung möglicher Veränderungen der Umfelddeterminanten zum Ausdruck zu bringen. Ein weiteres Klassifizierungsmerkmal ist die Zielsetzung, die das Modell erfüllen soll [DAENZER 1986, S. 13]. Erklärungsmodelle dienen zum grundlegenden Verständnis eines Problems, während Gestaltungsmodelle mögliche Maßnahmen zur Veränderung des Systems aufzeigen sollen. Eine dritte Art der Klassifizierung stellt JÜNEMANN [1989, S. 551] vor. Konkrete Modelle bilden Teilausschnitte realer Systeme in verkleinertem Maßstab ab, wohingegen abstrakte Modelle die Realität auf einer höheren Abstraktionsebene in symbolischer Form als kybernetische bzw. mathematische Modelle darstellen. PFOHL [1994, S. 303] differenziert schließlich zwischen problem- und methodenorientierten Modellen. Die problemorientierten Ansätze basieren auf der Prozessorientierung der Logistik und beinhalten die Konzepte der Graphentheorie, des Bedienmodells und des Industrial Dynamics-Modells. Die methodenorientierte Klasse umfasst die quantitativen Methoden zur Ableitung von Lösungen bei der Modellanalyse. Dabei wird zwischen exakten (z.B. Numerik) und inexakten Modellen (z.B. Simulation) unterschieden.

3 Lösungsrelevante Ansätze

Aufgrund der im Logistikverständnis verankerten Prozessorientierung und der Zielsetzung, die grundsätzlichen Gestaltungselemente und Funktionen eines Logistiksystems transparent zu machen, werden im Folgenden nur die wichtigsten prozessorientierten Erklärungsmodelle der Logistik vorgestellt und diskutiert.

3.1.1 Modell der Wertkette und des Wertsystems

Den ersten prozessorientierten Ansatz zur Modellierung der Aktivitäten von Unternehmen entwickelte PORTER [1993, S. 62FF.]. Ziel des Modells ist die Darstellung der Anteile der werterzeugenden Aktivitäten eines Unternehmens und deren gegenseitigen Beziehungen. Damit stellt die Wertkette ein Werkzeug zum Verständnis möglicher Kostensenkungs- und Leistungssteigerungspotenziale dar.

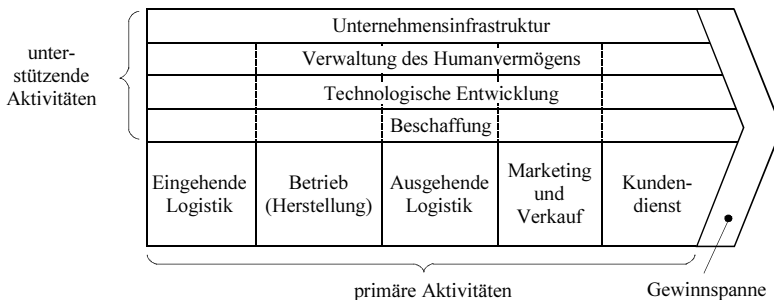


Bild 3-1: Modell der Wertkette [PORTER 1993, S. 63]

Bild 3-1 zeigt das von Porter definierte Modell der Wertkette, das als Elemente die einzelnen wertsteigernden Tätigkeiten des Unternehmens aufweist. Es wird unterschieden zwischen primären Aktivitäten und unterstützenden Aktivitäten. Die primären Tätigkeiten sind mit dem Produktionsprozess (ein- und ausgehende Logistik, Betrieb), dem Marketing und Vertrieb sowie der Wartung der Produkte verbunden. Unterstützt werden diese Aktivitäten durch die Unternehmensinfrastruktur (z.B. Verwaltung, Finanzwesen) und die Ressourcen des Unternehmens (z.B. Arbeitskräfte, Technologien, Produktionsmittel). Entsprechend dem Modell erzielt ein Unternehmen dann Wettbewerbsvorteile, wenn es seine Aktivitäten optimiert oder z.B. durch den Einsatz neuer Technologien eine zusätzliche Wert-erzeugung realisieren kann, die einen höheren Kaufwert des Produkts schafft.

Die gestrichelten Linien zeigen an, dass Bindungen zwischen den primären und den unterstützenden Aktivitäten existieren. Dadurch beeinflussen sie sich gegenseitig und machen eine Koordination erforderlich. Die Aufgabe dieser Koordination ist der reibungslose Übergang zwischen den Aktivitäten und die Optimierung der Betriebsabläufe.

Die Wertkette des Unternehmens ist zur vollständigen Leistungserbringung in ein umfangreiches Netzwerk eingebunden. Die institutionellen Interdependenzen zwischen den zusammenarbeitenden Unternehmen (z.B. Beschaffung und Absatz) werden durch Verknüpfungen bzw. Bindungen der unterschiedlichen Wertketten erreicht (Bild 3-2). Ein Unternehmen kann sich dabei nach Meinung von PORTER [1993, S. 65] Wettbewerbsvorteile verschaffen, indem es nicht nur die innerbetrieblichen sondern alle Bindungen im gesamten System optimiert.

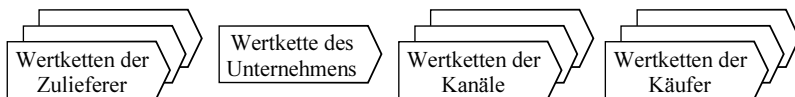


Bild 3-2: Das Wertsystem [PORTER 1993, S. 65]

Das Modell der Wertkette bzw. des Wertsystems wurde für den Bereich der strategischen Unternehmensplanung mit dem Ziel entwickelt, die wettbewerbsentscheidenden Aktivitäten des Unternehmens transparent zu machen [KLAUS 1994, S. 336; SCHLICHTERLE 1997, S. 44]. Aus diesem Grund handelt es sich um eine sehr grobe Abbildung der Tätigkeiten der Leistungserstellung und umfasst alle Systeme des Unternehmens. Das Logistiksystem bildet nur einen sehr kleinen Teil des Modells, wobei aufgrund der groben Modellierung die Einzelelemente und -funktionen der Logistik nicht erkennbar sind. Aus diesem Grund ist das Modell als Beschreibungsgrundlage wandlungsfähiger Logistiksysteme ungeeignet. Bedeutend ist aber die Orientierung des Modells des Wertsystems an der Wertschöpfung entlang der gesamten Prozesskette.

3.1.2 Modell der Prozessketten

Eine Weiterentwicklung des relativ groben Modells der Wertkette von Porter für den Bereich der Logistik stellt das Prozesskettenmodell dar [KLÖPPER 1991, S. 140; KUHN 1995, S. 37FF.; KUHN 1996, S. 87FF.; PIELOK 1995, S. 39FF.]. Prozessketten beschreiben ebenfalls eine Abfolge von Aktivitäten bzw. Teilprozessen [SCHLICHOTHERLE 1997, S. 44], wobei sich diese aber auf die operative Umsetzung der Logistik in Form des Material- und Informationsflusses beziehen [KUHN 1995, S. 37]. Ziel des Prozesskettenmodells ist die Darstellung eines Instrumentariums des logistikorientierten strategischen Managements [KLÖPPER 1991, S. 199].

Die Basiskomponenten des Modells sind Leistungsobjekte, Aktivitäten, Ressourcen, Struktur und Lenkung (Bild 3-3). Leistungsobjekte bilden die Elementarfaktoren ab, auf die sich die leistungserstellende Tätigkeit bezieht. Diese Tätigkeiten, auch als Aktivitäten bezeichnet, lassen sich in drei Klassen einteilen: Produktionsaktivitäten, bei denen der Transformationsprozess im Vordergrund steht, sowie Material- und Informationsflussaktivitäten, die den Aspekt der Raum- und Zeitüberwindung betonen. Die Komponente Ressourcen beschreibt die personellen, finanziellen und materiellen Potenziale eines Unternehmens, während die Struktur die Verknüpfung zwischen den Aktivitäten, den Ressourcen und den Leistungsobjekten darstellt. Die Lenkung schließlich beinhaltet die Steuerung des Systems mit dem Ziel der Erfüllung des Transformationsauftrags [KLÖPPER 1991, S. 142FF.].

Die Verknüpfung der einzelnen Prozesse erfolgt über Quellen-Senken-Beziehungen. Dabei charakterisieren die Quellen die in das System eingehenden Objekte. Senken stehen am Ende jeder Prozesskette und repräsentieren Bedarfe der nachfolgenden Prozesse. Sie bilden den Abfluss an Objekten aus dem Betrachtungsbereich ab [SCHLICHOTHERLE 1997, S. 45]. Die Verknüpfung der Elemente erfolgt damit durch den Informations- und Materialfluss, der durch die Verbindung der Senke am Ausgang des Vorgängerelements und der Quelle am Eingang des Nachfolgerelements ermöglicht wird [KUHN 1996, S. 12].

Die Elemente der Prozesskette sind charakterisiert durch die Eigenschaft der Selbstähnlichkeit [PIELOK 1995, S. 39F.]. Das bedeutet, dass die Elemente einer Prozesskette bei einer Detaillierung oder Aggregation wieder in Elemente der Kette überführt werden. Auf diese Weise ist eine hierarchische Abbildung und ein variables Abstraktionsniveau des Modells möglich.

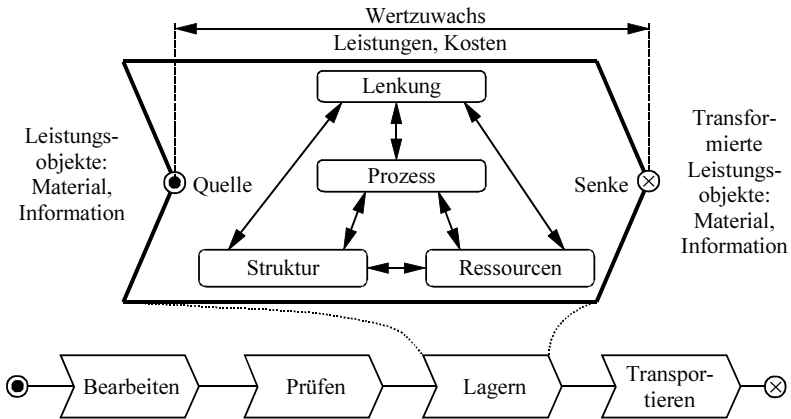


Bild 3-3: Modell der Prozesskette [KUHNS 1995, S. 29]

Das in Bild 3-3 dargestellte Grundmodell der Prozesskette wird vervollständigt durch das sogenannte Lenkungsmodell, das der Steuerung und Überwachung des Gesamtsystems dient und fünf Ebenen aufweist [BECKMANN 1996, S. 111; KUHNS 1995, S. 45 BZW. S. 66FF.; PIELOK 1995, S. 61FF.]. Die erste ist die Prozessebene, welche die Lenkung der operativen Basiseinheiten der Prozesskette zur Aufgabe hat. Dabei wird die Prozesszeit festgelegt und der Transformationsprozess gesteuert. Die zweite Ebene, Netzwerke, die aus zusammengeführten Prozessen bestehen, stabilisiert das Gesamtsystem. Auf einer weiteren Aggregationsstufe koordiniert die Dispositionsebene verschiedene Netzwerke und die Schnittstellen zu anderen Informationsprozessen. Dabei werden Aufträge so auf die Ressourcen verteilt, dass die Ressourcen optimal genutzt werden. Die vierte Ebene der Administration repräsentiert die Schnittstelle zu den Umsystemen des Unternehmens. Damit erfüllt sie v.a. die Aufgabe, eine ausgewogene Systemlast zu erreichen. Auf der fünften Ebene des Lenkungsmodells, der Normativen, werden die grundsätzlichen Führungs- bzw. Managementprinzipien festgelegt. Damit wird die Balance zwischen Innen- und Außenorientierung sowie kurz- und langfristigen Entwicklungen des Systems gewährleistet.

Das Prozesskettenmodell zeichnet sich durch die wertzuwachsbezogene Abbildung von Logistiksystemen aus. In der Regel wird die Abbildung auf Basis von Einzelaktivitäten durchgeführt. Das dazugehörige Lenkungsmodell verdeutlicht die koordinierenden und steuernden Aufgaben der Logistik. Nachteilig erweist

sich die nur grobe Beschreibung der operativen Aufgaben, die in den Basisobjekten Ressourcen und Struktur abgebildet sind. Weiterhin fehlt die Beschreibung der strategischen Gestaltungselemente, z.B. der Dispositions- und Bereitstellungsstrategien. Zurückzuführen ist dies auf die materialflussorientierte Darstellung in Form von Einzelaktivitäten. Der grundlegende Gedanke des Prozesskettenmodells kann aber aufgrund der umfassenden Darstellung eines Logistiksystems, der hierarchischen Modellbildung und der Kopplung der einzelnen Wertschöpfungsstufen über Quellen-Senken-Beziehungen, die eine Standardisierung der Bausteine ermöglichen, die Basis für die Modellierung wandlungsfähiger Logistiksysteme bilden.

3.1.3 Netzplanmodelle

Ein charakteristisches Merkmal der Logistik ist die Flussorientierung. Um den Objektfluss in Materialflusssystemen abbilden zu können, wurden sogenannte Netzplanmodelle auf Basis der Graphentheorie entwickelt. Ziel der Modelle ist die Darstellung, Berechnung und Optimierung von diskreten Objektflüssen (z.B. Stückgütern, Informationen, Personen) [DELFMANN 1999, S. 3; PFOHL 1994, S. 302FF.]. Damit werden sie zur Ermittlung der optimalen Anordnung z.B. von Maschinen in der Fertigung durch Bestimmung der kürzesten Wege oder zur Gesamtoptimierung des Materialflusses von Gütern eingesetzt [ENGELSLEBEN & NIEBUER 1997, S. 15; PFOHL 1994, S. 302FF.; SCHLICHTERLE 1997, S. 49].

Graphenmodelle bilden die räumliche Struktur eines Logistiksystems auf Basis von Knoten und Kanten ab [BIENERT 1983, S. 5FF.]. Mitte der 1950er Jahre haben sich drei grundlegende Typen der Netzplanmodelle etabliert: Vorgangsknoten-Netz, Vorgangspfeil-Netz, Ereignisknoten-Netz. Von diesen Verfahren eignet sich das Vorgangspfeil-Netz besonders zur Darstellung von Objektflüssen, also zur Abbildung von Materialflussprozessen [JÜNEMANN 1989, S. 35]. In diesem Modell repräsentieren die Kanten die möglichen Prozesse im Modell. Unterschieden wird dabei zwischen Kanten, die Arbeitsvorgänge (z.B. Fertigungsprozesse) darstellen, und Kanten, bei denen Ortsveränderungen (z.B. Materialflussprozesse) im Vordergrund stehen. Zur Entkopplung dieser unterschiedlichen Arbeits- und Ortsveränderungsprozesse werden Puffer benötigt, die durch Knoten abgebildet werden. Dabei existieren drei verschiedene Pufferarten:

- Bestandspuffer: Nach einer Wertschöpfung werden Objekte in Bestandspuffern für den nachfolgenden Transport bereitgestellt.

- Bedarfspuffer: Objekte befinden sich vor einer Wertschöpfung in Bedarfspuffern und warten auf die Bearbeitung.
- Funktionspuffer: Dieser Baustein verbindet Vorgänge gleicher Art (z.B. zwei Fördervorgänge). Damit bildet der Funktionspuffer z.B. Übergabestellen zwischen zwei Materialflusssystemen ab (Bild 3-4).

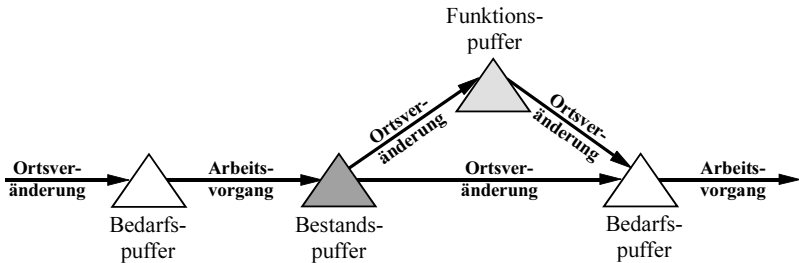


Bild 3-4: Netzplanmodell von Logistikprozessen [JÜNEMANN 1989, S. 38]

Ein Netzplanmodell lässt sich auf verschiedenen Ebenen erstellen und ermöglicht somit eine Hierarchisierung innerhalb der Abbildung. Diese Eigenschaft wurde z.B. von KLAUS [1994, S. 331FF.] genutzt, um ein umfassendes logistisches Unternehmens- und Wirtschaftsmodell zu entwickeln. Die wichtigsten Elemente sind dabei Ressourcennetze, Gewebe von Flüssen und Prozessen sowie Flussobjekte. In seiner Zielsetzung unterscheidet sich das Modell nicht von der Ausrichtung der allgemeinen Netzplanmodelle. Es ist geeignet, einen einheitlichen, integrierenden Denkrahmen darzustellen sowie die Wechselbeziehungen zwischen den Ebenen abzubilden und zu optimieren [ENGELSLEBEN & NIEBUER 1997, S. 9].

Die graphentheoretischen Netzplanmodelle wurden entwickelt, um speziell Materialflusssysteme besser planen und optimieren zu können. Der größte Vorteil des Modells liegt in der Möglichkeit eines hierarchischen Aufbaus und in dem anpassbaren Abstraktionsniveau der Abbildung. Nachteilig ist dagegen die Beschränkung der Darstellung auf Objektflüsse und damit auf die operativen Funktionen eines Logistiksystems. Die strategischen und planenden Funktionen der Logistik werden nicht transparent. Damit ist das Modell zur Erklärung der Elemente eines Logistiksystems nicht geeignet, kann aber sehr wohl zur Verdeutlichung der stattfindenden Objektflüsse ergänzend hinzugezogen werden.

3.2 Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme

Wandlungsfähigkeit ist ein Potenzial, das sich aus den Elementen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zusammensetzt, und repräsentiert die Eigenschaft von Systemen, sich hinsichtlich geplanter und ungeplanter Veränderungen des Umfelds anzupassen (vgl. Kapitel 2.2). Derzeit sind nur wenige Ansätze in der Literatur beschrieben, welche die Implementierung der Wandlungsfähigkeit und die Steigerung der Reaktionsfähigkeit im Bereich der Logistik zum Inhalt haben. Im Folgenden soll deshalb ausgehend von der Skizzierung der Möglichkeiten, Wandlungsfähigkeit im Unternehmen zu implementieren, vorwiegend auf Ansätze eines wandlungsfähigen Auftragsmanagements eingegangen werden.

3.2.1 Wandlungsfähigkeit im Unternehmen

Betrachtet man die Wandlungsfähigkeit als eine Eigenschaft des Unternehmens, so stellt sich die Frage, auf welchen Basiselementen sie beruht und welche Initiatoren die Potenziale öffnen. REINHART [2000, S. 31ff.] stellt dazu ein Modell der Wandlungsfähigkeit vor, wonach ein Unternehmen fünf grundlegende Fähigkeiten besitzen muss, um im turbulenten Umfeld erfolgreich zu sein:

- Fähigkeit zur Kooperation,
- Fähigkeit zum kreativen Gestalten,
- Fähigkeit zur ständigen Veränderung und zum immerwährenden Lernen,
- Fähigkeit zur transparenten Gestaltung der Wirkzusammenhänge,
- Fähigkeit zum Managen von Erfahrungen.

Die Fähigkeit zur Kooperation zeigt sich z.B. an der Partizipation an Unternehmensnetzwerken, um die eigene Leistungsfähigkeit durch das Leistungsangebot anderer steigern zu können. Darüber hinaus spiegelt sich die Fähigkeit auch in der Anwendung des Supply Chain Management wieder. Durch eine ganzheitliche Betrachtung und Optimierung des Prozesses der Leistungserstellung wird ein globales Optimum und eine hohe Reaktionsfähigkeit hinsichtlich Veränderungen der Kundenanforderungen angestrebt. Das kreative Gestalten als zweite Größe zeigt den Menschen als das zentrale Element der Wandlungsfähigkeit. In einer engen Beziehung zu dieser Fähigkeit steht das dritte Element, das die Bereitschaft zur ständigen Veränderung und das immerwährende Lernen charakterisiert. Diese Fähigkeit setzt Mitarbeiter voraus, die in der Lage sind, Veränderungen positiv und als Ansporn zu sehen.

Unterstützt werden kann dies durch Anreizsysteme, wobei die wesentliche Triebkraft aber von den Mitarbeitern selbst ausgehen muss. Die Gestaltung transparenter Wirkzusammenhänge, z.B. in Form modularer Organisationsstrukturen mit großen Freiräumen für den einzelnen Mitarbeiter, fördert diese Fähigkeit maßgeblich. Die letzte Fähigkeit beschreibt schließlich das Managen von Erfahrungen. Basis dieser Eigenschaft ist ein gezieltes Wissensmanagement. Lösungen und Konzepte, die einmal erarbeitet wurden, müssen für alle zugänglich sein, um eine hohe Reaktionsfähigkeit im Unternehmen realisieren zu können.

In einer anderen Sichtweise lassen sich die fünf Fähigkeiten auf die Unternehmensebenen übertragen. Dabei wird auf der normativen Ebene der Mensch als Schlüsselfigur der Wandlungsfähigkeit gesehen. Die administrative Ebene ist geprägt von dynamischen, modular aufgebauten, dezentralen Organisationsstrukturen. Auf der operativen Ebene setzt sich das Prinzip der Modularität in der Gestaltung der Produkte und Anlagen fort, wobei aber die Neugestaltung und Beherrschung der Abläufe und Prozesse in den Vordergrund rückt [REINHART 1999, S. 14].

Die skizzierten Fähigkeiten eines Unternehmens, die notwendig sind, um wandlungsfähig zu werden, spiegelt im Wesentlichen auch WILDEMANN [1998, S. 5FF.] wieder. Basierend auf zehn Thesen (Bild 3-5) nennt er Ansätze, die nach der Theorie der agilen Unternehmen in der Kostenführerschaft münden. Die Konzeption kann prinzipiell auch zur Gestaltung wandlungsfähiger Unternehmen eingesetzt werden. Allerdings muss die Bedeutung der neunten These, welche die Fokussierung auf den Faktor Zeit beschreibt, zurückgenommen werden (vgl. Kapitel 2.2.1). Als Zusammenfassung der Thesen lassen sich als grundlegende Elemente wandlungsfähiger Unternehmen die Modularität, die Kooperationsfähigkeit, das Lernen, das Wissensmanagement und das ganzheitliche Controlling nennen. Über die Anwendung dieser Elemente hinaus, zeigt WILDEMANN [1998, S. 39FF.], dass agile Unternehmen gemeinsame Erfolgsmuster im Management besitzen. Grundlegende Eigenschaften sind die Konzentration auf das Kerngeschäft bzw. die im Unternehmen ausgewiesenen Kernkompetenzen, die dezentrale und kundennahe Organisation des Unternehmens, die absolute Kundenorientierung sowie das globale Handeln des Unternehmens. Entscheidend ist aber, dass Unternehmen eine neue Problemlösungskultur entwickeln, in der Ideen von unten nach oben kreierte werden. Nur auf diese Weise kann die permanente Veränderung bewältigt werden.

Konzeption agiler Unternehmen	
• These 1:	Agile Unternehmen beherrschen durch anreizorientierte Unternehmensführung den Konflikt zwischen „Shareholder Value“ und „Labour Managed Firm“
• These 2:	Agile Unternehmen nutzen Produkt- und Serviceplattformen zur Kundenbindung
• These 3:	Agile Unternehmen bilden modulare Organisationsstrukturen
• These 4:	Agile Unternehmen bilden Markenallianzen und Servicenetzwerke
• These 5:	Agile Unternehmen setzen auf integrative Zulieferung und nutzen dabei die Erkenntnisse der Spieltheorie
• These 6:	Agile Unternehmen optimieren ihre Wissenslogik
• These 7:	Agile Unternehmen fördern individuelle und organisationale Lernprozesse
• These 8:	Agile Unternehmen besitzen ein ganzheitliches Controllingverständnis
• These 9:	Agile Unternehmen fokussieren den Faktor Zeit
• These 10:	Agile Unternehmen nutzen Qualität als Reputationskapital

Bild 3-5: Handlungsrahmen zur Konzeption agiler Unternehmen mit dem Ziel der Kostenführerschaft [WILDEMANN 1998, S. 5FF.]

Die angesprochene Problemlösungskultur fokussiert auch MILBERG [2000, S. 330]. Er stellt die Bedeutung einer Vertrauenskultur in den Vordergrund der Gestaltung wandlungsfähiger Unternehmen. Nach seiner Meinung bedarf es einer Basis von Werten der Zielstrebigkeit, Verbundenheit, persönlichen Zufriedenheit und Kontinuität, um die Veränderungen der Zukunft bewältigen zu können. Die Umsetzung dieses Konzepts bedeutet, dass alle Mitarbeiter die gleichen Ziel- und Wertevorstellungen teilen, die im Wesentlichen auf dem Aspekt der Eigenverantwortung beruhen [MILBERG 1997, S. 27FF.]. Damit betont Milberg ebenso wie Wildemann die Bedeutung der Dezentralisierung der Organisationsstrukturen und die Umkehr der Fremd- zur Eigensteuerung. HARTMANN [1997, S. 194FF.] stellt ebenfalls das eigenverantwortliche Handeln als Basis wandlungsfähiger Unternehmen heraus. Seiner Meinung nach müssen gezielt Handlungsspielräume für eigenverantwortliches Handeln im Sinne von Selbstorganisation und Selbstoptimierung geschaffen werden. Durch dieses Konzept wird die Basis für ein wandlungsfähiges Unternehmen geschaffen, in dem die ständigen Veränderungen der Organisationsstrukturen und -abläufe zunehmend als aktiver Prozess des Systems selbst durchgeführt werden.

Pascale, Millemann und Gioja folgen dieser These und versuchen, den Charakter der Kultur in wandlungsfähigen Unternehmen näher zu beschreiben [PASCALE U.A. 1997, S. 129]. Die wesentlichen Elemente, die sie identifizieren, sind „Power“, „Identity“, „Conflict“ und „Learning“. „Power“ repräsentiert die Aktivität und den Willen der Mitarbeiter, Veränderungen zu erkennen und umzusetzen. Der Aspekt „Identity“ spiegelt die Verbundenheit der Mitarbeiter mit dem Unternehmen und den Organisationseinheiten wieder, in denen sie sich befinden. Damit ist ein Maß für die Teamfähigkeit der Mitarbeiter und die gegenseitige Unterstützung gegeben. „Conflict“ bezeichnet die Art des Umgangs mit Problemen. Angestrebt wird eine ausgeprägte Problemlösungsfähigkeit, durch die Probleme offen, ohne Lösungseinschränkungen und zielstrebig angegangen werden. Das vierte Element, „Learning“, bezeichnet die Fähigkeit der Organisation einmal gewonnenes Wissen in einen Fortschritt des Unternehmens umzusetzen. Nur wenn alle vier Merkmale gleichermaßen im Unternehmen ausgeprägt sind, kann ein wandlungsfähiges Unternehmen entstehen. Ist dies nicht der Fall, muss ein Restrukturierungsprozess angestoßen werden, dessen Erfolg an der Veränderung der diskutierten vier Aspekte der Unternehmenskultur gemessen wird.

SCHULZ-WOLFGGRAMM [2000, S. 43FF.] unterstützt die Möglichkeit, Wandlungsfähigkeit im Unternehmen durch Innovation und Restrukturierung zu erreichen. Analog zu Wildemann fokussiert er auf die Definition und Konzentration auf Kernkompetenzen sowie die Neugestaltung der internen Abläufe und Prozesse, um die Geschwindigkeit, Qualität und Effizienz im Unternehmen zu erhöhen. Entscheidend ist, Wandlungsfähigkeit in der Organisation zu erreichen. Dieses Ziel kann aber nur erreicht werden, wenn die Unternehmensleitung sich ihrer Aufgabe als Treiber und Motivator im Veränderungsprozess bewusst ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Wandlungsfähigkeit als Eigenschaft eines Unternehmens v.a. auf den Fähigkeiten des kreativen Gestaltens, der Bereitschaft zum dauerhaften Wandel und eines effizienten Wissensmanagements beruht. Die Umsetzung dieser Fähigkeiten äußert sich dabei in einer Unternehmenskultur, die von Aktivität und Engagement der Mitarbeiter gekennzeichnet ist. Die Basis bilden dezentrale, modulare Organisationsstrukturen, die durch Kooperationsfähigkeit, ständige Lernbereitschaft und die Konzentration auf Kernkompetenzen charakterisiert sind. Im Mittelpunkt des Geschehens steht immer der Mensch mit seinem Ideenreichtum und seiner Kreativität, der seine Aktivitäten vollständig an den Kundenanforderungen ausrichtet.

3.2.2 Wandlungsfähigkeit in der Logistik

Bei der Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme wird versucht, die im Unternehmen entwickelten Fähigkeiten in operationalisierbare Funktionen umzusetzen. Die wesentlichen Elemente der Modularisierung und Dezentralisierung, der Kooperationsfähigkeit, der Lernbereitschaft und des Wissensmanagements sowie der Schaffung von Freiräumen finden sich auch in den Ansätzen zur Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme bzw. in der Auftragsabwicklung.

Westkämper, Balve und Wiendahl [WESTKÄMPER U.A. 1998, S. 22FF.] stellen beispielsweise ein Konzept zum Auftragsmanagement in wandlungsfähigen Strukturen vor. Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Abbildung der Produktion durch dezentrale, autonome Leistungseinheiten und vernetzte Strukturen. Das Konzept sieht ein prozessorientiertes Planen und Steuern der Aufträge vor, wobei der Mensch als unterstützendes Element durch die Kommunikation mit Assistenzsystemen Koordinations- und Controllingaufgaben wahrnimmt. Notwendig für ein effizientes Auftragsmanagement in dynamischen, dezentralen Strukturen ist dabei eine leichte Anpassbarkeit der Informationssysteme, die eine Beherrschung der verteilten Informationserfassung und -verarbeitung ermöglicht.

Als Lösung für dieses Problem schlagen GALLASCH [2000, S. 70 FF.] und GERDES [1997, S. 59FF.] jeweils ein agentenbasiertes Konzept vor. Diese Art der Softwarearchitektur basiert auf der Modularisierung und Verteilung der Planungsfunktionen. Die Konzepte sind für den Einsatz in heterogenen Produktionsstrukturen geeignet und ermöglichen eine hohe Anpassbarkeit der Informationssysteme und damit der Auftragsabwicklung. Auf diese Weise kann der Forderung von Westkämper, Balve und Wiendahl [WESTKÄMPER U.A. 1998, S. 26] nach einfach anpassbaren EDV-Systemen nachgekommen werden.

Die Nutzung der spezifischen Eigenschaften dezentraler, autonomer Einheiten, die durch Kunden-Lieferanten-Beziehungen miteinander verbunden sind, führten ANSORGE [2001, S. 42FF.] und BLESSING [1999, S. 41FF.] zu Ansätzen einer wandlungsfähigen Auftragsabwicklung bzw. Materialflusssteuerung.

Ansoerge beschreibt ein Konzept zum Auftragsmanagement in heterogenen Strukturen auf Basis einer verhandlungsbasierten Koordination der Produktion. Die einzelnen dezentralen Bereiche sind als Dienstleister abgebildet, die von einem übergeordneten Koordinator gesteuert werden. Welche Funktionalitäten der Koordinator ausführt und welche Tätigkeiten dezentral durch die Dienstleister erfüllt werden, ist dabei abhängig von der Einstellung der Planungsfrei-

räume. Diese Freiräume existieren in verschiedenen Dimensionen, z.B. Aufgabenumfang, Prozessfolge, Ressourcenwahl oder Kapazitätsabgleich. Durch die spezifische Ausprägung wird der Grad der Autonomie festgelegt und entschieden, ob Planungs- und Steuerungsfunktionen zentral durch den Koordinator oder dezentral durch die Dienstleister wahrgenommen werden. Auf diese Weise können Veränderungen des Autonomiegrads, die durch die Dynamik der Strukturen auftreten, beherrscht werden.

Blessing verfolgt das Ziel, ein Konzept einer verteilten Materialflusssteuerung zu entwerfen, das für den Einsatz in dynamischen Produktionsstrukturen geeignet ist. Dazu definiert er die wichtigsten am Materialfluss beteiligten Komponenten als Dienstleister, wobei die Klassen Transportmittel, Transporteinheiten sowie Quellen und Senken unterschieden werden. Die Dienstleister erbringen Dienste und können ihrerseits Dienste anderer Teilnehmer in Anspruch nehmen. Die Umsetzung dieses Kunden-Lieferanten-Prinzips führt zu einem wandelbaren Materialflussnetz.

Ein weiteres Konzept, das die Wandlungsfähigkeit in Logistiksystemen unterstützt, findet sich bei SPATH U.A. [1999], SPATH & BAUMEISTER [2000, S. 37FF.] und WIENDAHL U.A. [1997, S. 628FF.]. Die Grundlagen des Konzepts sind eine flexible Organisation und absatzsynchrone Gestaltung der Logistik in der Montage. Dabei wird eine Produktionsendstufe gebildet, welche die Montage und mehrere variantenbildende Vorfertigungsstufen umfasst. Ziel ist eine hohe Reaktionsfähigkeit hinsichtlich Veränderungen der Absatzstückzahlen sowie des geplanten Produktionsprogramms. Aufgrund der logistischen Nähe kann kurzfristig auf die Auftragsabwicklung eingewirkt werden, indem eine direkte Kommunikation und Abstimmung der Beteiligten erfolgt und kurze Durchlaufzeiten in der Endstufe realisierbar sind. Die Auftragseinlastung erfolgt mittels eines Montageleitstands, in dem Aufträge mit Zeitfenstern eingelastet werden, um Freiräume in der Auftragsreihenfolge zu ermöglichen. Darüber hinaus umfasst der Leitstand eine Monitoringfunktion zur Erkennung von Veränderungen v.a. des Auftragsbestands und der Termineinhaltung.

Einen neuartigen Ansatz zur dispositiven Auftragssteuerung auf Basis des Reinforcement Learning beschreiben Günthner und Stegherr [GÜNTNER & STEGHERR 1999, S. LS8FF.; STEGHERR 2000, S. 77FF.]. Ziel des Ansatzes ist die Schaffung eines echtzeitfähigen, intelligenten Leitsystems für die Variantenreihenproduktion, das die Zuordnung von Aufträgen zu einzelnen Prozessstationen eigenständig übernimmt und durch kontinuierliches Lernen eine Opti-

mierung der logistischen Zielgrößen ermöglicht. Dazu werden Reinforcement-Learning-Agenten in der Steuerungsebene implementiert, die zur übergeordneten Planungsebene mit einem PPS-System gekoppelt sind. Eine weitere Schnittstelle existiert zur untergelagerten, operativen Auftragssteuerung, über die „zum einen die technische Ausführung eines Auftrags angestoßen wird und zum anderen Betriebsdaten, die für eine Entscheidungsfindung durch Reinforcement-Learning-Agenten notwendig sind, abgefragt werden können.“ [STEGHERR 2000, S. 79f.]. Das Besondere der Agenten liegt in deren Fähigkeit, durch eine Bewertung der vorhandenen Aktionsmöglichkeiten eigenständig Entscheidungen in Form von Auftrageinschleusungen vorzunehmen und durch die Lernfunktion die logistischen Ziele, z.B. Minimierung der Bestände und Durchlaufzeiten, zu erreichen. Der Einsatz von Reinforcement-Learning-Agenten kann v.a. bei dynamischen Veränderungen der verfügbaren Kapazitäten und häufiger Variation des Produktmix zu einer verbesserten Auftragsabwicklung führen. Damit unterstützt der Ansatz den effizienten Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass im Bereich der Auftragsabwicklung Ansätze zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit existieren, allerdings nicht zur ganzheitlichen Gestaltung von Logistiksystemen. Charakteristisch für die entwickelten Ansätze ist die Nutzung der Dezentralisierung und der Kunden-Lieferanten-Beziehungen sowie die Schaffung von Planungsfreiräumen.

3.3 Planung von Logistiksystemen

“Unter Planung versteht man das gedankliche Durchdringen eines zukünftigen Geschehens mit dem Ziel, diejenigen Entscheidungen vorzubereiten und zu treffen, die zur Erreichung des gewünschten Zustands notwendig sind.” [WIENDAHL 1989, S. 14]. Charakteristisch für den Planungsbegriff ist damit der Zukunftsbezug, die Zielorientierung und das systematische Vorgehen zur Zielerreichung [PFOHL & STÖLZLE 1997, S. 2; WEBER 1999B, S. 45].

In der Literatur sind verschiedene Ansätze zur Planung von Logistiksystemen beschrieben, die sehr unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen. Die im Folgenden dargestellten Ansätze können entsprechend ihres Anwendungsgebiets in drei Gruppen geclustert werden: Allgemeine Planungsvorgehensweisen ohne konkreten Bezug zu Logistiksystemen, Ansätze zur strategischen Logistikplanung und Ansätze zur operativen Planung der Logistik. Optimierungsverfahren und

Methoden, die operative Probleme beispielsweise der Logistikkostensenkung oder der Materialflussoptimierung lösen, werden nicht erläutert, da im Rahmen der Arbeit ein ganzheitlicher, marktorientierter Planungsansatz benötigt wird.

3.3.1 Allgemeine Planungsvorgehensweisen

Der in der Literatur am Häufigsten genannte Planungsansatz wurde von DAENZER [1986, S. 40FF.] im Rahmen der Systemtheorie entwickelt. Ziel der Vorgehensweise ist die methodische Unterstützung der Systemplanung und die zielorientierte Lösungsermittlung.

Das Vorgehensmodell basiert auf der Definition von sechs Lebensphasen eines Systems: Vorstudie, Hauptstudie, Detailstudie, Systembau, System-einführung und Systembenutzung. Für die Planung jeder dieser Phasen wird nach der Theorie der Systemtechnik der sog. Problemlösungszyklus (Bild 3-6) mindestens einmal

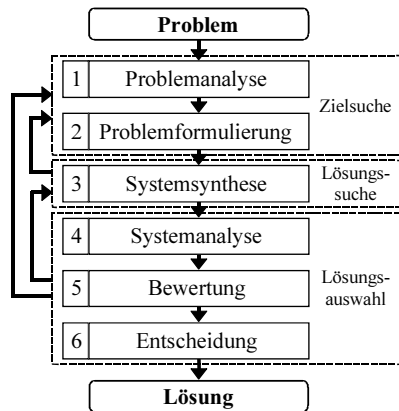


Bild 3-6: Problemlösungszyklus der Systemtechnik [DAENZER 1986, S. 41]

durchlaufen. Dieser besteht aus sechs Einzelschritten, die zu drei Arbeitsabschnitten zusammengefasst werden können. Der erste Bereich umfasst die Zielsuche. Ausgehend von einer ersten Aufgabenbeschreibung wird das Problem systematisch analysiert, um alle Schwachstellen der Ist-Situation vollständig zu erfassen. Abgeschlossen wird die Zielsuche von einer strukturierten und umfassenden Problemformulierung, welche die Basis für die weiteren Planungsaktivitäten darstellt. Der zweite Arbeitsbereich dient der Lösungsfindung und stellt einen Syntheseschritt dar. Hierbei handelt es sich um eine kreative Tätigkeit, um mehrere alternative Lösungen für das identifizierte Problem zu entwickeln. Der dritte Arbeitsbereich setzt sich schließlich mit der Lösungsauswahl auseinander. Dabei geht es darum, die Eigenschaften der Lösungen sowie die Auswirkungen auf andere Systeme zu ermitteln. Diese Analyseergebnisse werden in der anschließenden Bewertung mit den zu Beginn definierten Anforderungen und dem Zielsystem verglichen, um die Vor- und Nachteile der Lösungen

3 Lösungsrelevante Ansätze

zu verdeutlichen. Basierend auf der Analyse und Bewertung der Alternativen erfolgt im letzten Schritt die Lösungsauswahl, Detaillierung und Umsetzung.

Unter Verwendung der beschriebenen Planungsmethodik der Systemtechnik wurden weitere Vorgehenskonzepte zur Planung von Systemen entwickelt. Z.B. findet sich bei FRESE U.A. [1996, S. 3-44], HAHN [1991, S. 30], KUHN [1990, S. 13F.] sowie REICHMANN [1997, S. 8] eine analoge Darstellung des Entscheidungsprozesses, die sich nur in der Bezeichnung der sechs Phasen unterscheidet. Die Struktur umfasst in diesen Fällen die Zielbildungs-, Such-, Beurteilungs-, Entscheidungs-, Realisations- und Kontrollphase. Damit wird dem Verständnis von Planung als kontinuierlichen Prozess Rechnung getragen, indem durch Feedback-Schleifen aus der Kontrollphase in alle anderen Phasen zur Anpassung des Systems zurückgekehrt werden kann [BECKMANN 1996, S. 67]. Eine weitere Variante der Methodik findet sich bei GUDEHUS [1999, S. 65FF.]. Es wird ein iteratives Vorgehen in sechs Phasen beschrieben, die von der Zielplanung bis zur Realisierung von Logistiksystemen (Zielplanung, Systemplanung, Detailplanung, Ausschreibung, Systemaufbau, Systembetrieb) reicht. Obwohl Gudehus die Vorgehensweise am Beispiel von Logistiksystemen aufzeigt, handelt es sich um keine logistikspezifische Methodik. Vielmehr wird ein allgemeiner Handlungsrahmen aufgezeigt, der durch Beispiele der Logistikplanung beschrieben wird.

Die vorgestellte Planungsmethodik der Systemtechnik und deren Adaptionen sind sehr allgemein formuliert und zur Planung von Systemen jeglicher Art geeignet. Allerdings ist es dadurch nicht möglich, konkrete Handlungsanweisungen und Methoden zur Gestaltung von Logistiksystemen abzuleiten. Die Konzepte stellen vielmehr einen Handlungsrahmen dar, der als Basis für die Strukturierung der zu entwickelnden Planungsmethodik eingesetzt werden kann.

3.3.2 Ansätze zur strategischen Planung der Logistik

Neben den allgemeinen Planungsansätzen finden sich in der Literatur umfangreiche Arbeiten zur strategischen Planung der Logistik. Charakteristisch für diese Vorgehensweisen ist die Ableitung der Logistikstrategien und -ziele direkt aus den Unternehmenszielen. Das Ergebnis der Planung kann in seinem Umfang und seiner Konkretisierung dabei sehr unterschiedlich ausfallen [WEBER 1999B, S. 46F.]. Einige Ansätze gestalten nur die allgemeinen, strategischen Richtlinien der Logistik, während andere auch operative Elemente festlegen, wie beispielsweise das Absatz- und Beschaffungsprogramm.

WEBER [1994, S. 47ff. bzw. 1999b, S. 48] stellt z.B. einen marktorientierten Ansatz zur Planung von Logistiksystemen vor. Ziel der Vorgehensweise ist die flussorientierte Gestaltung der Unternehmensabläufe durch die strategische Nutzung der Logistik [WEBER 1994, S. 54].

Die Vorgehensweise gliedert sich in vier Phasen (Bild 3-7). Die erste Phase beinhaltet die Verankerung der Logistik im Wertesystem des Unternehmens, womit dem Potenzial der Logistik als strategischem Wettbewerbsfaktor Rechnung getragen wird. Vorrangiges Ziel ist dabei die Ausrichtung der Logistik am Zielsystem des Unternehmens. Darauf aufbauend erfolgt auf der zweiten Hierarchiestufe die strategische Positionierung des Unternehmens und der Unternehmenslogistik im Wettbewerb. Aufgabe hierbei ist das Erkennen und der Abgleich von Markt- und Unternehmenspotenzialen, woraus sich die Wettbewerbsstrategie ableiten lässt. Von entscheidender Bedeutung ist bei der Definition der Strategie, dass die Konsistenz mit der Logistikstrategie sichergestellt wird [KAMINSKI 1999, S. 256]. In diesem Schritt werden die Umfeldgrößen, v.a. die Marktdeterminanten, direkt in die Planung eingebunden. Die dritte Phase verfolgt im Rahmen der taktischen Planung das Ziel, die

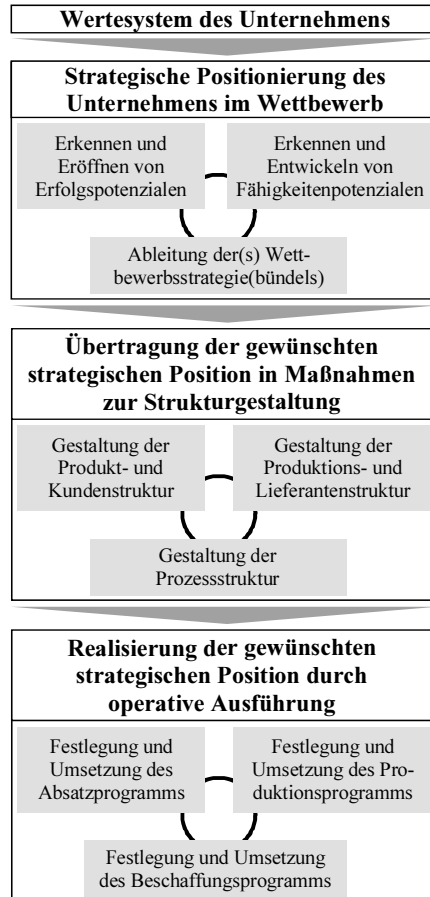


Bild 3-7: Grundstruktur der Logistikplanung (leicht modifizierte Darstellung nach KAMINSKI [1999, S. 255])

3 Lösungsrelevante Ansätze

gewünschte strategische Position in Maßnahmen zur Strukturgestaltung zu übersetzen. Dies betrifft die Gestaltung der Produkt- und Kundenstruktur, der Produktions- und Lieferantenstruktur und der Prozessstruktur im Unternehmen. Auf der vierten Ebene der operativen Planung wird schließlich die Strategie durch die operative Ausführung realisiert. Dieser Schritt beinhaltet v.a. die Festlegung des Absatz-, Produktions- und Beschaffungsprogramms. Entscheidend bei der dargestellten Methodik ist, dass die Ebenen sich im Planungsobjekt (Sach- und/oder Formalziele) unterscheiden und die jeweils festzulegenden Freiheitsgrade sukzessive abnehmen [WEBER 1999B, S. 53].

Bei der von Weber beschriebenen Planungsmethodik handelt es sich um eine strategieorientierte Vorgehensweise, die v.a. die Festlegung der für die Gestaltung eines Logistiksystems relevanten Bezugsgrößen (z.B. Kundenstruktur) in den Vordergrund der Betrachtung stellt. Sehr positiv ist die ausdrückliche Betonung der Verankerung der Logistik im Wertesystem des Unternehmens und die Ableitung der Logistikstrategie aus den Unternehmenszielen

KAMINSKI [1999, S. 256] sieht diese Ableitung der strategischen Positionierung der Unternehmenslogistik bzw. die vollständige Ausrichtung aller Aktivitäten und Kenngrößen der Logistik (z.B. Struktur, angebotene Logistikleistung) an dieser Positionierung als sehr kritisch. Starke Einflüsse des turbulenten Umfelds erfordern eine häufige Neuausrichtung der strategischen Ziele und damit jeweils eine komplette Neuplanung der Strukturen sowie der logistischen Funktionen.

Eine weitere Vorgehensweise zur Planung von Logistiksystemen, die ebenso wie die Methodik von Weber auf einer Unterscheidung zwischen einer strategischen, taktischen und operativen Planungsebene basiert, stellt PFOHL [1994, S. 21FF.] vor. Im Vergleich ist sie aber in ihren Inhalten weniger strategisch ausgerichtet. Ziel der Vorgehensweise ist die Gestaltung der grundsätzlichen Elemente eines Logistiksystems basierend auf einer strategischen Ausrichtung der Logistik.

Die Ebene der strategischen Logistikplanung umfasst nach PFOHL [1994, S. 21] die logistischen Grundsatzentscheidungen. Dazu zählen die Festlegung der Grundstruktur des Logistiksystems auf mikro- und metalogistischer Ebene (vgl. Kapitel 2.1.2). Weiterhin wird die Logistiktiefe definiert, d.h. es wird entschieden, welche Logistikaufgaben durch das Unternehmen selbst erfüllt bzw. an externe Betriebe vergeben werden. Im Rahmen der zweiten Planungsebene, der taktischen Planung, wird die allgemeine Zielsetzung der Logistik in Gesamtkonzepten umgesetzt. Dies betrifft einerseits die Gestaltung der generellen Dispo-

sitionsregeln (z.B. Touren- oder Lagerbestandsplanung) und andererseits die organisatorische Festlegung der Verantwortlichkeiten und Kompetenzen für den Bereich der Logistik. Die dritte Ebene bildet die operative Logistikplanung ab. Sie ist kurzfristig ausgerichtet und stellt die Realisierungsphase dar. Dabei wird die definierte Organisationsstruktur der Logistik eingeführt, die Funktionen des Materialflusses (z.B. Transport-, Umschlags-, Lager- oder Verpackungsprozess) umgesetzt und die erforderliche Logistikleistung aufgebaut. Ein wichtiger Aspekt der operativen Planung ist auch die Budgetierung der logistischen Teilbereiche. Nach Abschluss der Planung werden im Betrieb des Logistiksystems immer wieder Änderungen notwendig werden, da die Planung unter Unsicherheit erfolgt. In diesen Fällen greift die Logistiksteuerung in den laufenden Prozess ein und initiiert eine Anpassung der betroffenen Funktionen [PFOHL 1994, S. 22].

Eine im Ablauf und der inhaltlichen Beschreibung sehr ähnliche Vorgehensweise zur Logistikplanung beschreibt auch ISERMANN [1994, S. 34FF]. Im Gegensatz zu Pfohl fasst er aber die Ebenen der strategischen und taktischen Planung zusammen und bezeichnet sie in der Gesamtheit als strategische Planung. Damit wird dem strategischen Charakter der Logistik eine bedeutendere Stellung eingeräumt. ISERMANN [1994, S. 36] fordert explizit die Ableitung der Logistikstrategie aus den Unternehmenszielen und die Nutzung der logistischen Wettbewerbsvorteile bei den Kunden durch die Entwicklung von Produkt-Markt-Strategien und die Definition überlegener Leistungen. Die Logistikstrategie legt dementsprechend fest, welche Erfolgspotenziale durch welche Ressourcen in welchem Zeitraum ausgeschöpft bzw. verändert werden sollen. Die Ebene der operativen Planung und die Logistiksteuerung sind in beiden Methodiken im Wesentlichen identisch definiert.

Die diskutierten Vorgehensweisen zur Planung der Logistik von Pfohl und Isermann betonen beide die notwendige Ausrichtung der Logistik am Zielsystem des Unternehmens. Die strategische Logistikplanung wird als integraler Bestandteil der strategischen Unternehmensplanung gesehen, womit die zunehmende Bedeutung der Logistikstrategie besonders hervorgehoben wird. Beide Vorgehensweisen sehen diese Strategie als die grundlegende Basis für die Planung der gesamten Wertschöpfungskette. Nachteilig an den dargestellten Methodiken ist die nur sehr allgemeine Beschreibung der Ebenen und Planungstätigkeiten. Es werden keine konkreten Handlungsanweisungen formuliert, die eine methodische Unterstützung der Tätigkeiten aufzeigen.

3.3.3 Ansätze zur operativen Planung der Logistik

Einen sehr interessanten Ansatz zur Logistikplanung stellt BECKMANN [1996, S. 227FF.] vor. Ziel der Arbeit ist es, Grundsätze für die Gestaltung logistischer Systeme zu entwickeln und diese in einer Methodik einer evolutionären Logistikplanung auf Basis des Prototyping-Ansatzes zusammenzufassen. Dabei ermöglicht es das Prototyping, neue Medien bzw. IuK-Technologien (z.B. wissensbasierte Systeme, Simulation) in den logistischen Planungsprozess zu integrieren. Die entwickelte Methodik ist an der Schnittstelle zwischen einer strategisch und operativ orientierten Logistikplanung anzusiedeln.

Die Vorgehensweise orientiert sich an der allgemeinen Vorgehensweise, wie sie z.B. von KUHN [1990, S. 13F.] oder FRESE U.A. [1996, S. 3-44] beschrieben wird (vgl. Kapitel 3.3.1). Dementsprechend gliedert sich die Methodik in sechs Prototyping-Zyklen (Bild 3-8). Im ersten Zyklus erfolgt die Klärung der Zielsetzung und der Problemstellung. Dazu werden in Einzelschritten die Ziele ermittelt, das zu planende System abgegrenzt und die Problemsituation modelliert. Die Modellierung umfasst als Kernelemente eines logistischen Systems einerseits die Prozessstruktur, d.h. das dynamische Verhalten des Systems. Andererseits wird die Struktur der Systemelemente abgebildet, womit die statischen sachlichen, räumlichen und stofflichen Zusammenhänge repräsentiert werden. In diesem ersten Zyklus sind weiterhin Analysen der Ist-Situation, z.B. Umfeldanalyse, Analyse der Dynamik der Systemelemente und Schwachstellenanalysen der Prozesse und Strukturen sowie eine Prognose und Interpretation der zukünftigen Veränderungsmöglichkeiten durchzuführen. Aufbauend auf der identifizierten Fragestellung und den gesetzten Zielen erfolgt im zweiten Prototyping-Zyklus die Entwicklung alternativer Lösungskonzepte. Entsprechend den Prinzipien der evolutionären Logistikplanung werden die Lösungen differenziert nach Entwicklungs-, Gestaltungs- und Lenkungsmaßnahmen. Im dritten Prototyping-Zyklus werden die Vor- und Nachteile der Lösungsalternativen ermittelt, welche die Basis für die Entscheidung und die Auswahl einer Lösungsalternative im vierten Prototyping-Zyklus darstellen. Der fünfte Zyklus hat die Aufgabe, das ausgewählte Konzept in ein reales System umzusetzen. Den Abschluss bildet die Kontrollphase, in der eine Validierung der Zielerreichung durchgeführt wird. Es wird geprüft, ob die Vorgaben durch die Planung erfüllt wurden. Die Kontrolle soll im Betrieb des Systems dauerhaft erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Vergleichsszenarien, d.h. der Soll-Verlauf, permanent fortgeschrieben werden, um den Wandel des Umfelds zu berücksichtigen.

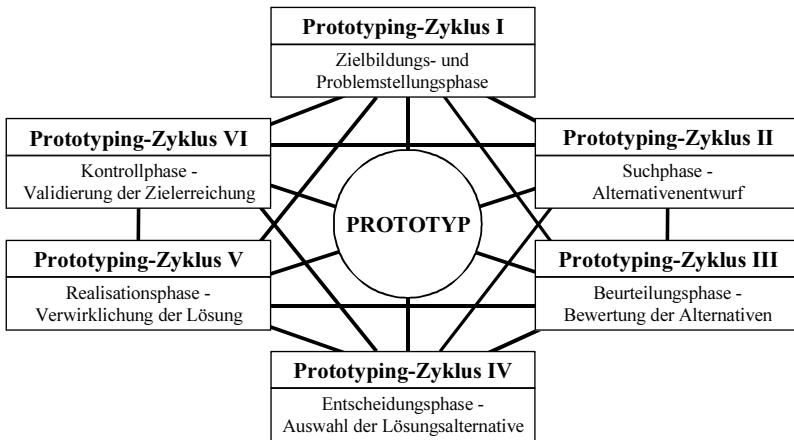


Bild 3-8: Methodik des Logistik-Prototyping

Die vorgestellte Methodik auf Basis des Prototyping-Ansatzes ermöglicht die vernetzte Planung unter Zuhilfenahme neuer Medien und unter Verwendung eines rechnerunterstützten Modells des Logistiksystems. Der Ansatz gewährleistet eine gewisse methodische Unterstützung während der Planung. Problematisch erscheint aber, die allgemeine Planungsvorgehensweise der Systemtechnik als Basis zu verwenden. Dadurch ist es nicht möglich, die konkreten Planungsaufgaben zur Gestaltung von Logistiksystemen zu nennen. Folglich sind die Aktivitäten sehr allgemein beschrieben und bedürfen einer tiefergehenden, spezifisch auf Logistiksysteme abgestimmten Detaillierung. Als einziger Ansatz berücksichtigt Beckmann die Turbulenz des Unternehmensumfelds in Form einer Beschreibung inner- und außerbetrieblicher Einflussfaktoren auf die Logistik sowie der Analyse der Intensitätseigenschaften der Systemelemente. Allerdings werden diese Erkenntnisse nur indirekt über den Prototypen in der Gestaltungsphase aufgegriffen. Eine Planung der Wandlungsfähigkeit erfolgt nicht.

Eine umfassende Methode zur operativen Planung der Materialbereitstellung in der Montage stellen BULLINGER & LUNG [1994, S. 224ff.] vor. Ziel ist die Unterstützung des Planers bei der Gestaltung aller operativen Aufgaben der Logistik, die im Bereich der Montage zu erfüllen sind. Besondere Berücksichtigung finden dabei personelle Aspekte. Die Vorgehensweise gliedert sich in drei Phasen: Vorplanung, Zielplanung und Systemplanung (Bild 3-9).

3 Lösungsrelevante Ansätze

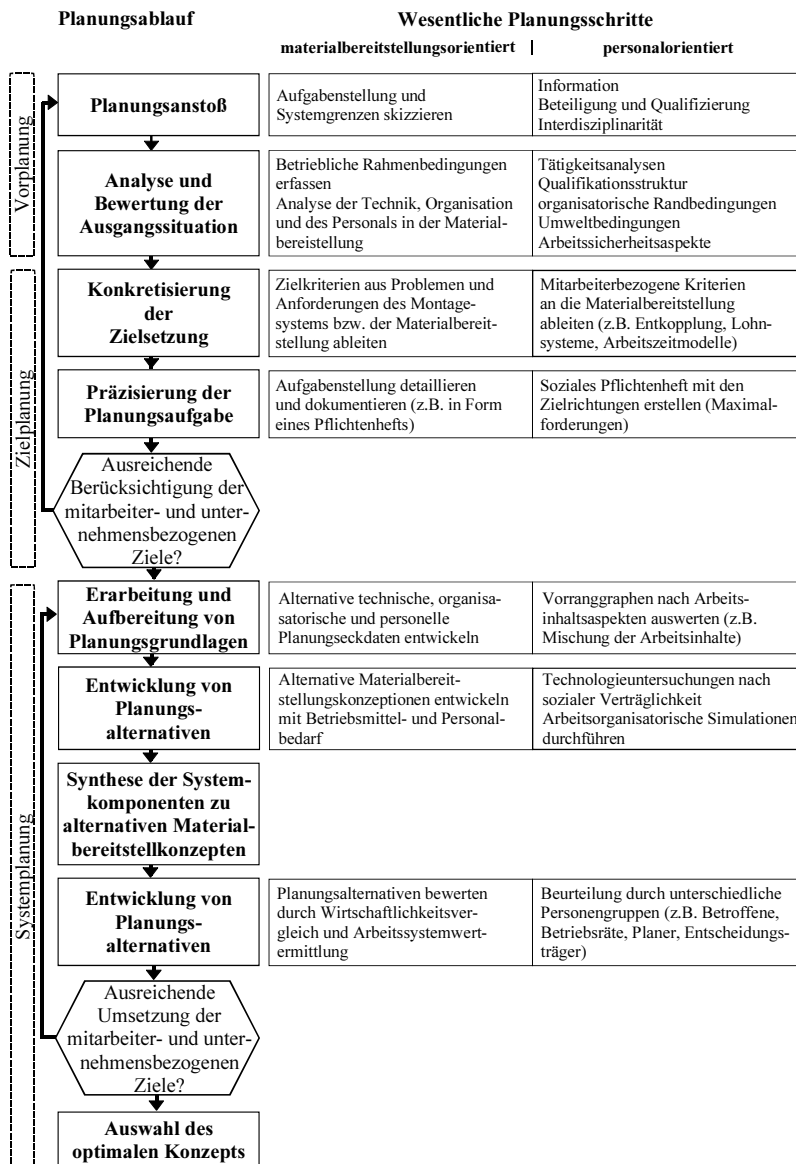


Bild 3-9: Planung der Materialbereitstellung in der Montage (leicht modifizierte Darstellung aus BULLINGER & LUNG [1994, S. 225f.]

Im ersten Schritt des Planungsablaufs, dem Planungsanstoß, wird der Umfang der Planung sowie der Projektrahmen und die Organisation festgelegt. Die wesentlichste Aufgabe der Vorplanungsphase bildet die Analyse und Bewertung der Ist-Situation. Einerseits werden die Randbedingungen und Anforderungen ermittelt, die durch das Montagesystem hervorgerufen werden, wie z.B. die bereitzustellende Teileanzahl, die Stückzahl oder die Arbeitsinhalte pro Arbeitsplatz. Andererseits sind spezielle Informationen zu erheben, die nur die Materialbereitstellung betreffen. Beispiele hierfür sind die Identifikation der Quellen und Senken der benötigten Bauteile oder die eingesetzte Fördertechnik. Die folgende Zielplanungsphase dient der Konkretisierung der Zielsetzung und der genauen Beschreibung der Planungsaufgabe. Basierend auf den ermittelten Problemen und Anforderungen des Montagesystems werden mitarbeiter- und unternehmensbezogene Ziele definiert und in gewichteter Form der Planung zugrunde gelegt. Die Zusammenfassung und Dokumentation erfolgt in der schriftlichen Form eines Pflichtenhefts. In der dritten Phase, der Systemplanung, steht die Entwicklung von konzeptionellen Systemalternativen der Materialbereitstellung im Vordergrund. Besonderes Gewicht kommt dabei der Auswahl der Strategie der Materialbereitstellung in Abhängigkeit des Charakters der Bauteile zu. Abgeschlossen wird die Phase von einer Bewertung der Planungsalternativen und dem Abgleich der entwickelten Konzepte mit den Anforderungen des Pflichtenhefts.

Die diskutierte Vorgehensweise orientiert sich stark an der Planung von Montagesystemen. Stellenweise werden dabei Aspekte der Montageplanung und der Planung der Materialbereitstellung vermischt. Z.B. wird die Strukturierung der Montage und die Festlegung der Montagetechnik im Rahmen der Vorgehensweise beschrieben. Da sich die Methodik auf die Gestaltung der Logistik in der Montage beschränkt, müssten bei der Planung die Schnittstellen zu den vor- und nachgelagerten Prozessen und Umsystemen beschrieben werden. Diese Aktivitäten fehlen jedoch. Darüber hinaus werden die strategischen und strukturierenden Funktionen der Logistik vollständig ausgegrenzt. Hilfreich für den Planer ist aber die präzise Beschreibung der Planung der Materialbereitstellung und deren ausführliche methodische Unterstützung. Eine Übernahme dieser Planungsaktivitäten für die Entwicklung wandlungsfähiger Logistiksysteme ist möglich.

Einen weiteren Ansatz, der sich ebenfalls mit dem Themenfeld der montageorientierten Materialbereitstellung auseinandersetzt, skizzieren EVERSHEIM U.A. [1991, S. 17FF.], STOLZ [1988, S. 66FF.] und ESSER [1996, S. 82 FF.]. Ziel des Planungsansatzes ist im Gegensatz zu der zuvor beschriebenen Vorgehensweise

die Integration von Planung und Steuerung der Materialbereitstellung. Das Entwickeln einer ganzheitlichen Planungsmethodik steht nicht im Vordergrund.

Das Konzept sieht eine zweiteilige Vorgehensweise vor, die sich auf unterschiedliche zeitliche Planungshorizonte bezieht. Die langfristige Planung beinhaltet die Festlegung und Detaillierung der Bereitstellstrategie. Basierend auf einer Produktanalyse werden die bereitzustellenden Teile bzw. Teilesätze identifiziert und die Teilesätze in Sub-Teilesätze zerlegt. Dieser Schritt ist immer dann durchzuführen, wenn die zur Materialbereitstellung in einem Teilesatz zusammengefassten Einzelteile nicht im gleichen Lager vorrätig gehalten werden. Für jeden ermittelten Teilesatz oder jedes Einzelteil werden die erforderlichen Bereitstellungsprozesse abgeleitet und eine spezifische Bereitstellstrategie zugeordnet. Den letzten Schritt stellt schließlich die Berechnung der mit der Strategie verbundenen Kenngrößen, wie z.B. Ressourcenbedarf, Pufferbestand oder Bereitstellfrequenz, dar [ESSER 1996, S. 89; EVERSHEIM U.A. 1991, S. 19]. Die zweite, kurzfristig orientierte Ebene der Steuerung der Materialbereitstellung umfasst als Funktionen die Auslösung der Materialbereitstellung und das kurzfristige Anpassen der Bereitstellstrategie. Unterstützt werden diese Tätigkeiten durch einen Montageleitstand, der die Funktionen der Auftragskoordination und des Materialmanagements gleichermaßen erfüllt [ESSER 1996, S. 129].

Der erläuterte Ansatz ist ausschließlich auf die Materialbereitstellung in der Montage bzw. die Festlegung und Detaillierung der Bereitstellstrategie bezogen. Die Planung der übrigen Determinanten der operativen Ebene der Logistik, wie z.B. die Festlegung der Behälter, der Fördertechnik oder der personellen Durchführung der Materialbereitstellung, werden aus der Betrachtung ausgeklammert. Ebenso bleiben die strategischen und strukturellen Aufgaben der Logistikplanung in der Vorgehensweise unberücksichtigt. Die im Rahmen der kurzfristigen Steuerung definierten Aufgaben umfassen die klassischen Funktionalitäten eines Fertigungsleitstands (z.B. zeitliche Verschiebung von Aufträgen, Veränderung des Kapazitätsangebots, kurzfristige Veränderung der teilebezogenen Bereitstellstrategie), sind aber nur in dezentral strukturierten Montagesystemen anwendbar.

Eine betont materialflussorientierte Planungsvorgehensweise stellt JÜNEMANN vor [JÜNEMANN 1989, S. 556FF.; JÜNEMANN & BEYER 1998, S. 9]. Ziel ist die Darstellung eines geschlossenen Ablaufs zur Gestaltung von Materialflusssystemen und damit einem Teilsystem der Logistik. Die Methodik gliedert sich in sieben Schritte: Aufgabenstellung, Planungsdatenanalyse, Entwurf von Prozess-

varianten, Entwurf von Arbeitsmittelvarianten, Dimensionierung und Bewertung der Varianten, Feinplanung, Realisierung. Dabei werden die Schritte zu den drei Phasen der Aufgabenklärung (Schritt 1 und 2), der Grobplanung (Schritt 3 bis 5) und der Feinplanung mit Realisierung (Schritt 6 und 7) zusammengefasst.

Schritt 1 beinhaltet die exakte Definition der Aufgabenstellung. Es werden der Planungsgegenstand und die Systemgrenzen festgelegt. Basierend auf dieser Festlegung werden die Planungsziele aufgestellt und bewertet. Den zweiten Schritt der Vorgehensweise stellt eine Planungsdatenanalyse dar, die alle zur Planung benötigten Informationen erhebt, überprüft und verdichtet. Im dritten Schritt werden basierend auf dieser Datenbasis die ersten Prozessvarianten entwickelt. Häufig wird dieser Schritt auch als Prinzip- oder Strukturplanung bezeichnet, wobei JÜNEMANN [1989, S. 557] betont, dass dabei die Prozesse (z.B. Arbeitsvorgangfolgen, Transportketten) geplant werden. Erst deren Ergebnisse drücken sich in Strukturen aus. In den nachfolgenden Schritten schließt sich die Planung der technischen Systeme an. Dabei werden im vierten Schritt Arbeitsmittelvarianten entworfen. Unter dem Begriff des Arbeitsmittels wird die Hardware zur Umsetzung des Prozesses verstanden. Die Tätigkeit umfasst die Auswahl und Bewertung der benötigten Komponenten und ihre Zuordnung zu den einzelnen Arbeitsoperationen. Schritt 5 beinhaltet die Dimensionierung und Bewertung der entwickelten Varianten, wobei v.a. das Zusammenspiel der einzelnen Arbeitsoperationen und deren Komponenten im Vordergrund steht. Erweisen sich die Varianten als funktionsfähig, erfolgt in Schritt 6 die Feinplanung des Systems. Diese Aufgaben sind prinzipiell identisch mit denen der Grobplanung, werden aber mit einem höheren Detaillierungsgrad durchgeführt. Am Ende der Feinplanung wird ein Plan zur meist stufenweisen Einführung des Materialflusssystems erstellt. Nach der Erstellung der notwendigen Ausschreibungsunterlagen, der Bewertung der eingehenden Angebote und der Angebotserteilung erfolgt die Realisierung des Systems, die mit der Abnahme des Systems abgeschlossen wird. JÜNEMANN [1989, S. 557] betont, dass der dargestellte Ablauf nicht streng sequentiell durchlaufen wird, sondern durch eine Vielzahl von Rücksprüngen zu vorhergehenden Planungsaktivitäten gekennzeichnet ist.

Die vorgestellte Planungsmethodik folgt einem ausgeprägt materialflussorientierten Verständnis des Logistikbegriffs. Damit ist es das Ziel, eine Entwicklung von technischen Materialflusssystemen zu ermöglichen. Die Schritte umfassen dabei zwar vielfältige Analysen, die Entwicklung alternativer Strukturen und die operative Planung der Transportaufgaben. Im Sinne der Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme deckt die Methodik aber nur die technische Konzeption ab.

3.4 Betrieb von Logistiksystemen

Der Betrieb von Logistiksystemen wird in der Literatur in der Regel getrennt von der Planung beschrieben. Ansätze, die eine Integration der Kontroll- und Steuerungsfunktionen in die Planung vorsehen, sind selten. Beispiele sind die bereits beschriebenen Ansätze von BECKMANN [1996, S. 67] und PFOHL [1994, S. 22], die aber keine genaue Spezifikation der Aufgaben des Betriebs aufzeigen.

Detaillierte Beschreibungen finden sich im Bereich des Logistikcontrolling, allerdings ohne einen Bezug zu den Planungsvorgehensweisen herzustellen. Der Begriff Controlling wird dabei in der Literatur sehr unterschiedlich charakterisiert. In der Regel wird darunter aber die Gesamtheit der Aufgaben verstanden, „welche die Sicherstellung der Informationsversorgung und die Koordination der Unternehmensführung zur optimalen Erreichung aller Unternehmensziele zum Gegenstand haben“ [SCHWEIZER & FRIEDL 1992, S. 153]. Das Logistikcontrolling stellt ein Subsystem des Unternehmenscontrolling dar und hat die Funktion, die Logistikführung bei ihren Planungs-, Koordinations- und Kontrollaufgaben zu unterstützen [KÜPPER 1992, S. 125; WEBER 1997, S. 261].

Ein zentraler Aspekt des Logistikcontrolling ist die Kontrolle, die den Vergleich eines Ist-Zustands mit einem vorgegebenen Soll-Zustand beinhaltet. Ziel ist ein Erkenntnisgewinn, der auf zwei Arten genutzt werden kann. Einerseits ist eine Anpassung der Systemparameter bzw. -elemente möglich, um die Planerreichung sicherzustellen (feed-back-Kontrolle). Andererseits kann eine Korrektur des Sollwerts erfolgen (feed-forward-Kontrolle), um für die Zukunft realistische Normen zu definieren [WEBER 1999B, S. 157]. Damit wird deutlich, dass eine Hauptaufgabe des Controlling in der Definition geeigneter Korrekturmaßnahmen besteht. Ist diese Maßnahmengenerierung nicht berücksichtigt, d.h. das System beschränkt sich auf die Informationserfassung und -aufbereitung, handelt es sich um ein Monitoringsystem. Da zur Maßnahmenableitung Kreativität notwendig und damit der Prozess nur schwer zu systematisieren ist [BALLOU 1985, S. 567], beschreiben die meisten Ansätze der Literatur Monitoringsysteme.

Wird im Rahmen des Controlling der Fokus auf die frühzeitige Erfassung von Veränderungen gelegt, werden die Ansätze auch als Frühwarn- bzw. Früherkennungssysteme bezeichnet. Frühwarnsysteme erfassen dabei nur Bedrohungen aus dem Umfeld, während ein Früherkennungssystem auch Chancen feststellt. Wird darüber hinaus eine Bewertung der erkannten Veränderungen durchgeführt und Reaktionsstrategien abgeleitet, handelt es sich um ein Frühaufklärungssystem [HAHN 1979, S. 25FF.; KRYSSTEK & MÜLLER-STEWENS 1993, S. 21].

Da für die vorliegende Arbeit die eingesetzten Monitoringgrößen der Ansätze von besonderer Bedeutung sind, erfolgt ausgehend von der Vorstellung des allgemeinen Rahmenmodells des Controlling eine Klassifizierung der Ansätze in Systeme zum unternehmensexternen und zum unternehmensinternen Monitoring. Abgeschlossen wird die Darstellung von einer Zusammenfassung bestehender Monitoring- bzw. Controllinginstrumente.

3.4.1 Allgemeines Rahmenmodell des Controlling

Ein umfassendes Controllingkonzept, das die Integration der Funktionen Planung der Controllinggrößen, Informationserfassung und Kontrolle aufweist, skizziert WEBER [1999B, S. 157]. Das 5-Schichtenmodell verfolgt das Ziel, die Controllingfunktionen entsprechend ihrer Einfluss- und Gestaltungsmöglichkeiten hierarchisch abzubilden. Beginnend auf der untersten Ebene, die sich mit der operativen Durchführung von Soll-Ist-Vergleichen auseinandersetzt, bis hin zur obersten Ebene vergrößert sich der mögliche Handlungsrahmen und die den Ebenen zugemessene Kompetenz [SCHULZE-DÜLLO 1993, S. 8].

Wie bereits erwähnt wurde, beschränken sich die Aufgaben der untersten, ersten Ebene auf die Durchführung von Soll-Ist-Vergleichen. Dabei werden entweder kontinuierlich oder periodenbezogen definierte Kennwerte erfasst und zueinander in Beziehung gesetzt [WEBER 1999B, S. 157]. Schicht 2 legt diese Soll- und Ist-Größen fest und verlässt bereits den Bereich des reinen Monitoring, indem planende Aktivitäten integriert werden. Eine Analyse der Gründe identifizierter Soll-Ist-Abweichungen wird im Rahmen von Schicht 3 durchgeführt. Die Größe der ermittelten Differenz stellt ein Maß für die Dringlichkeit einer notwendigen Anpassung dar. Es werden die möglichen Ursachen analysiert und bewertet sowie deren zukünftige Wirkungen abgeschätzt. Schicht 4 umfasst die Ableitung von Handlungsvorschlägen und Korrekturmaßnahmen innerhalb eines gegebenen Handlungs- und Zielrahmens. Eine Veränderung dieses Rahmens ist schließlich in Schicht 5 möglich.

Eine ähnliche Darstellung des Controllingprozesses findet sich auch bei HEINEN [1991, S. 722]. Der Prozess umfasst dabei sechs Phasen: Festlegung aussagefähiger Kontrollgrößen, Bestimmung der Schwankungsbereiche, Erfassung der Ist-Werte, Soll-/Ist-Vergleich, Analyse der Abweichungen und Ergreifen von Maßnahmen. Im Vergleich zum Rahmenkonzept nach Weber teilt Heinen die Definitionsphase der Kontrollgrößen in zwei Schritte und betont, dass in der Regel ein

Kontrollbereich und nicht ein Kontrollpunkt zu bestimmen ist. Nachteilig ist der Verzicht auf die Ebene der Veränderung des Handlungs- und Zielrahmens, die erst eine grundsätzliche Umgestaltung eines Systems möglich macht.

Die erläuterte, funktionale Sichtweise des Controlling beinhaltet umfassende Entscheidungsbefugnisse und stellt ein Konzept dar, das allgemein anwendbar ist. Dabei ist es unerheblich, ob der Ansatz als Rahmenmodell für ein übergreifendes Unternehmenscontrolling oder für einzelne Subsysteme, wie z.B. das Logistikcontrolling, eingesetzt wird. Hervorzuheben ist v.a. der übergreifende Aspekt der Konzeption. Die Durchführung der operativen Aufgaben wird ebenso berücksichtigt wie die Beeinflussung der strategischen Ebene bzw. des Zielsystems. Weiterhin ist es für das Modell unbedeutend, ob die betrachteten Kenngrößen unternehmensextern oder -intern zu erfassen sind. Deshalb ist das Modell geeignet, als Basis für den Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme zu dienen. Notwendig ist aber die Definition sinnvoller Messgrößen, die spezifische Zuordnung konkreter Controllinginstrumente und die Integration in den Planungsablauf.

3.4.2 Ansätze zum unternehmensexternen Monitoring

Im Bereich des unternehmensexternen Monitoring existieren verschiedene Ansätze, die eine Beobachtung des Unternehmensumfelds ermöglichen. Dabei lassen sich aus der Literatur zwei wesentliche Arten ermitteln: Absatzorientierte Ansätze basierend auf der Produktlebenszykluskurve und wettbewerbsorientierte Ansätze.

Die Ansätze der ersten Gruppe, die auf der Prognose der Produktlebenszykluskurve basieren, entstanden in den 1970er Jahren. Grundlegende These dieser Ansätze ist, dass einige wenige Produkte den Umsatz und damit weitgehend den Gewinn und die Überlebensfähigkeit eines Unternehmens bestimmen [MERTENS & RACKELMANN 1979, S. 70]. Unter der Annahme, dass der Lebenszyklus der Produkte mit hinreichender Genauigkeit prognostiziert werden kann und dass aus dem Absatz auf relevante Größen, wie z.B. Gewinn und Liquidität, geschlossen werden kann, wurden verschiedene Monitoring- und Frühwarnsysteme auf Basis des Produktlebenszyklus erstellt und Modelle zur Ableitung insbesondere optimaler Marketingstrategien entwickelt. Entsprechende Konzepte finden sich u.a. bei HOFFMANN [1972], HOFSTÄTTER [1977], KOPPELMANN [1997, S. 101FF.], KOTLER & BLIEMEL [1992, S. 539FF.], MERTENS & RACKELMANN [1979, S. 70], REICHMANN & LACHNIT [1979, S. 107] und WESNER [1977].

Stellvertretend für diese Systeme wird an dieser Stelle das Konzept eines Frühwarnsystems von MERTENS & RACKELMANN [1979, S. 70ff.] vorgestellt, das die Monitoringfunktion am Besten verdeutlicht. Der Ansatz sieht vor, dass für die Hauptumsatzträger die Produktlebenszykluskurve ermittelt und daraus das Umsatzprofil des Unternehmens bestimmt wird (Bild 3-10). Bei den einzelnen Produktlebenszyklen und dem Umsatzprofil charakterisiert eine durchgezogene Linie die normale Entwicklung der Produkte am Markt, eine gestrichelte Linie eine ungünstige Entwicklung. Um eine Aussage über die Situation eines Unternehmens treffen zu können, ist es notwendig, dem Umsatzprofil das aktuelle Kostenprofil gegenüber zu stellen. Bildet man die Differenz der beiden Größen, die den Ertrag darstellt, und vergleicht dessen Verlauf mit vordefinierten Warngrenzen kann abgeleitet werden, ob bzw. zu welchem Zeitpunkt in der Zukunft Anpassungsmaßnahmen im Unternehmen notwendig sind.

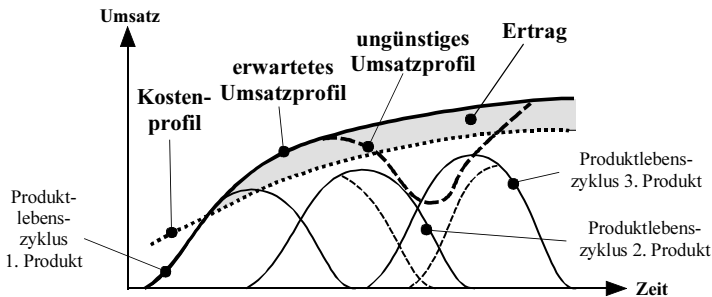


Bild 3-10: Frühwarnsystem auf Basis von Produktlebenszyklen (in Anlehnung an MERTENS & RACKELMANN [1979, S. 71])

Das Modell des Produktlebenszyklus ist grundsätzlich geeignet, um langfristige Strategieentwicklungen durchzuführen. Allerdings erfordert dies ausreichend genaue Prognosen der Marktentwicklung und der Absatzentwicklung des eigenen Unternehmens. Gerade bei der Diskussion turbulenter Märkte durch sich ständig ändernde Wettbewerbssituationen und Kundenstrukturen ist das Modell ohne zusätzliche Bewertungsgrößen aber nicht tragfähig. Problematisch ist die generelle Prämisse, dass ein Produkt einem Standardverhalten am Markt unterliegt [WEBER 1999B, S.76]. Dabei werden kurz- und mittelfristig bedingte Einflüsse vernachlässigt. Weiterhin ist die Annahme, dass einige wenige Produkte die Umsatzentwicklung eines Unternehmens bestimmen aufgrund der zunehmenden

3 Lösungsrelevante Ansätze

Diversifikation der angebotenen Produkte nicht mehr gültig. Vorteile ergeben sich aber, wenn das Modell des Produktlebenszyklus im Rahmen der Planung eingesetzt wird, da die Absatzentwicklung als Funktion der Zeit und nicht als Konstante abgebildet wird [HOFFMANN 1972, S. 118; WEBER 1999B, S.76].

Die Ansätze der zweiten Gruppe basieren auf einem Monitoring der Wettbewerbssituation. Stellvertreter sind z.B. HINTERHUBER [1984, S. 120FF.], LOCHTHOWE [1990, S. 146FF. BZW. 1991, S. 315FF.] und ZÖLLNER [1990, S. 220FF.]. Dabei werden der Logistikservice und die Logistikkosten als potenzielle Wettbewerbsvorteile verstanden und im Rahmen eines strategischen Logistik-Controlling zur Bewertung der eigenen Position herangezogen.

Eines der umfangreichsten Monitoringsysteme für die Logistik stellt in diesem Zusammenhang LOCHTHOWE [1991, S. 312FF.] vor. Er beschreibt ausführlich, wie ein Wettbewerbsvergleich logistischer Servicepotenziale durchgeführt und darauf aufbauend ein strategisches Zielfortfolio abgeleitet wird. Im ersten Schritt wird dazu die Analyse der Wettbewerber durchgeführt. Ausgehend von einer Spezifikation eines Produkt-/Marktsegments werden die Service-Faktoren mit Hilfe einer Nutzwertanalyse bewertet und gegenübergestellt. Dabei betont Lochthowe, dass die festgestellten Leistungsprofile im Allgemeinen noch keine ausreichende Entscheidungsgrundlage für die strategische Positionierung darstellen [LOCHTHOWE 1991, S. 313]. Notwendig ist darüber hinaus die Analyse der Logistikkosten und die Entwicklung der Logistikstückkosten. Das Ergebnis dieser Analysen ist die Ermittlung eines relativen Logistikservicevorteils im Vergleich zum Wettbewerb. Dieser relative Vorteil bildet im zweiten Schritt die Grundlage für die Generierung von Logistikservice- und -kostenstrategien. Als Instrument wird ein Zielfortfolio bestehend aus den Kriterien Marktattraktivität und relativer Wettbewerbsvorteil eingesetzt. Ein kontinuierliches Monitoring ermöglicht es, die Veränderung der Wettbewerbssituation transparent zu machen und die eigene Position im Wettbewerb aktiv anzupassen.

Die Ansätze der zweiten Gruppe beschreiben die Basis für ein strategisches Logistik-Controlling auf Basis einer Wettbewerbsanalyse. Diese Art des Monitoring ist zur Beurteilung der externen Umfeldsituation von entscheidender Bedeutung, reicht aber insbesondere als Planungsgrundlage für die Anpassung eines Logistiksystems nicht aus. Es fehlen wesentliche Informationen z.B. über die Entwicklung der Absatzstückzahlen, wie sie durch die Ansätze des ersten Typs beschrieben werden. Dieses Defizit ist in der Literatur allgemein bekannt. Die meisten Autoren versuchen dieses Defizit durch ein kombiniertes Monitoring

aufzuheben (vgl. Kapitel 3.4.4). Ein weiterer Nachteil liegt in der Bezugsgröße der Wettbewerbsanalyse. Diese kann aus Anbieter- und Kundensicht durchgeführt werden.

3.4.3 Ansätze zum unternehmensinternen Monitoring

Die größte Anzahl der Ansätze zum Logistikcontrolling bzw. -monitoring befasst sich mit unternehmensinternen Abläufen und Objekten. Dabei können zwei Typen unterschieden werden: Die erste Gruppe repräsentiert Monitoringsysteme, die sich ausschließlich auf die Logistik beziehen, während die zweite Gruppe dem Bereich des Störungsmanagements in der Produktion zuzurechnen ist, in dem das Logistikcontrolling ein Teilsystem darstellt.

Der erste Typ der Ansätze orientiert sich in der Regel an den beiden Hauptkenngrößen der Logistik, der Logistikleistung und den Logistikkosten. Die Logistikleistung wird dabei unterteilt in die Kriterien Liefertreue, Lieferzeit, Lieferfähigkeit, Lieferqualität, Lieferflexibilität und Informationsbereitschaft [JACOBY 1994, S. 64]. Die Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Kenngrößen erfolgt meist in Form von Zeitreihen oder Portfolios. Um einen Anpassungsbedarf der Logistik erkennen zu können, wird entsprechend dem allgemeinen Modell des Kontrollprozesses (vgl. Kapitel 3.4.1) ein Toleranzbereich definiert, in dem sich die Ist-Werte bewegen dürfen. Wird der Bereich überschritten, müssen Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Vertreter dieser Gruppe sind u.a. EIDENMÜLLER [1992, S. 191FF.], LOCHTHOWE [1990, S. 276FF.], LOEPER [1995, S. 105FF.], VON PACHER-THEINBURG [1992, S. 21FF.], SCHULTE [1992, S. 244FF.] und SYSKA [1990]. Die Unterschiede der Konzepte liegen hauptsächlich im Detaillierungsgrad der Untersuchung, z.B. Differenzierung der Kenngrößen nach Vertriebsregionen, und im Umfang der Ursachenanalyse erkannter Abweichungen.

Stellvertretend für die Ansätze des reinen Logistikmonitorings wird das Konzept von VON PACHER-THEINBURG [1992, S. 21FF.] vorgestellt, das alle Monitoringgrößen der Logistikleistung und -kosten beinhaltet. Dabei basiert das Konzept auf einer prozessorientierten Dreiteilung in ein Auftrags-, Dispositions- und Logistikkostenmonitoring. Das Auftragsmonitoring beinhaltet alle kundenauftragsbezogenen Daten. Im Rahmen dieser Funktion werden die Kriterien der Logistikleistung erfasst und ausgewertet. Im Gegensatz zu der externen Sichtweise des Auftragsmonitoring verfolgt das Dispositionsmonitoring das Ziel, die internen Kenngrößen auszuwerten. Wesentliche Kriterien sind der Auftrags-

3 Lösungsrelevante Ansätze

ingang, der Auftragsbestand, die Auftragsdeckung, die Lieferplantreue, die Durchlaufzeiten und der Lagerbestand. Der dritte Bereich schließlich ist das Logistikkostenmonitoring. Der Kostenaspekt bildet den eigentlichen Kern und Ursprung der Controllingaktivitäten. Hierbei werden die Logistikkosten differenziert in Lenkungskosten, Kosten zur Durchführung des Materialflusses, Lagerhaltungskosten sowie Kapitalbindungs- und Wagniskosten.

Der zweite Typ der Ansätze verfolgt das Ziel, eine optimale Steuerung der Produktion zu erzielen. Wesentliche Kriterien charakterisieren dabei den Zustand der Umsysteme. Dazu zählt z.B. die Auslastung der Arbeitssysteme oder der Rüstzeitanteil. Darüber hinaus kommen logistische Kennzahlen zum Einsatz, wie beispielsweise der Auftragsbestand oder die Durchlaufzeit. Stellvertreter für die zweite Gruppe sind u.a. LÖDDING U.A. [2000, S. 46F.], RENNER [1991, S. 117FF.], SCHUFF [1984, S. 121FF.], SIMON [1995, S. 78FF.], ULLMANN [1994, S. 51FF.], WIENDAHL U.A. [1995, S.27FF.] und WIENDAHL & BREITHAUPT [1998, S. 34FF].

Eines der umfangreichsten Systeme stellt dabei SCHUFF [1984, S. 121FF.] vor. Er beschreibt ein Controlling- und Frühwarnsystem für den Bereich der Fertigung, das als einen integralen Bestandteil das Logistikcontrolling beinhaltet. Das System ist zweigeteilt in ein Auskunftserteilungs- und ein Störungsregulierungssystem. Damit verfolgt der Ansatz das Ziel eines ganzheitlichen Controllingkonzepts, das Informationen nicht nur erfasst, sondern auch weiterverarbeitet und in Anpassungsmaßnahmen umsetzt. Im Auskunftserteilungssystem werden die relevanten Betriebsdaten registriert, mit den Plandaten verglichen und eventuelle Planabweichungen ausgewiesen. Betrachtet werden typische Messgrößen aus dem Bereich der Fertigung, wie z.B. Maschinenauslastungen, aber auch logistische Größen, wie die Lieferbereitschaft. Die im Auskunftserteilungssystem ermittelten Planabweichungen werden in einer Analyse durch die Vorgabe von Toleranzwerten in Form prozentualer Abweichungswerte beurteilt, um geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten. Die Beurteilung erkannter Abweichungen erfolgt dabei auf einer Kombination aus Vergangenheits- und Prognosewerten. In definierten Rückkopplungsmechanismen wird dann entweder das Auftreten von Planabweichungen durch die Anpassung der Planungsparameter langfristig vermieden (Adaptionsrechnung) oder die Störung durch situative Entscheidungen und definierte Kompensationsmaßnahmen kurzfristig behoben (Änderungsrechnung). In dieser Unterscheidung der Reaktionsmöglichkeiten spiegeln sich die Möglichkeiten der feed-back- bzw. feed-forward-Kontrolle wieder.

Die Ansätze des reinen Logistikmonitorings ermöglichen eine umfassende Analyse des Zustands eines Logistiksystems und liefern die Basisinformationen für die Maßnahmenplanung. Dagegen stellen die Ansätze des zweiten Typs meist nur Teilinformationen des Logistiksystems zur Verfügung. Vorteilhaft ist dabei aber die unmittelbare Verknüpfung der Informationen über den Zustand des Logistiksystems mit denen des Umsystems. Nachteilig wirkt sich bei beiden Ansätzen aus, dass keine unternehmensexternen Größen in die Betrachtung einfließen. Dadurch können Veränderungen erst verspätet erkannt werden, wenn sie in den Kennzahlen der Logistikleistung zum Ausdruck kommen. Damit ist diese Art der Systeme durch ein rein reaktives Verhalten gekennzeichnet, während ein unternehmensexternes Monitoring ein aktives Gestalten ermöglicht.

3.4.4 Kombinierte Ansätze zum unternehmensexternen und -internen Monitoring

Basierend auf den bereits beschriebenen Ansätzen des unternehmensexternen und -internen Monitorings existieren in der Literatur einige Ansätze, die versuchen, die Vorteile beider Konzeptionsarten zu vereinen, indem eine Integration der Systemteile angestrebt wird. Beispiele dieser kombinierten Ansätze finden sich bei BERG [1979, S. 135FF.], LOCHTHOWE [1990], KRYSZEK & MÜLLER [1999, S. 180], KRYSZEK & MÜLLER-STEWENS [1993, S. 21], REICHMANN [1997, S. 331FF.] und WILDEMANN [1983, S. 32FF. BZW. S. 57FF.]. Die Kombinationen reichen von relativ einfachen Systemen, z.B. bestehend aus der Ermittlung von Absatzveränderungen und der Durchführung einer Logistikkosten- und Logistikleistungsrechnung [REICHMANN 1997, S. 331FF.], bis hin zu hochkomplexen Monitoringkonzeptionen. Dazu zählt z.B. das Konzept von KRYSZEK & MÜLLER [1999, S. 180], die versuchen, den unternehmensexternen Bereich (Absatz-, Beschaffungs-, Arbeits-, Kapitalmarkt, Technologie, Sozialpolitischer Bereich) komplett zu erfassen, und durch eine prozessorientierte, innerbetriebliche Analyse ergänzen.

Als Basis für einen erfolgreichen Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme sind die kombinierten Monitoringsysteme besonders geeignet. Sie erfassen relativ viele verschiedene Kenngrößen und ermöglichen eine umfassende Analyse des Unternehmensumfelds. Ergänzt werden müssen die Ansätze allerdings durch Methoden zur Bewertung der Turbulenz der einzelnen Größen sowie des gesamten Umfelds [BUCHNER U.A. 1998, S. 452].

3.4.5 Controllinginstrumente

Im Rahmen der Beschreibung der Monitoring- bzw. Controllingssysteme wurden einige Instrumente bereits erwähnt. Ziel dieses Kapitels ist es, einen Überblick über bestehende Methoden zu geben. Ausführliche Beschreibungen und Anwendungshinweise der Instrumente können der Controllingliteratur entnommen werden, beispielsweise HORVATH [1998, S. 45FF.], REICHMANN [1997, S. 39FF.], WEBER [1999B, S. 54FF.] oder WITT & WITT [1996, S. 23FF.]. Entsprechend den Hauptfunktionen des Controlling lassen sich die Instrumente in Methoden zur Informationsgewinnung, Planung und Kontrolle einteilen.

Zu den wichtigsten Informationsinstrumenten zählen die Rechnungslegung, die Finanzrechnung, die Kostenrechnung sowie die Erlös- und Leistungsrechnung. Neben diesen originären Informationsinstrumenten gehören auch die ABC-Analysen und die Kennzahlen bzw. Kennzahlensysteme zu dieser Gruppe.

Die größte Anzahl der Instrumente findet sich im Bereich der Planung. WEBER [1999, S. 54FF.] unterteilt die Ansätze nochmals in drei Gruppen. Zu den Instrumenten zur strategischen Positionierung zählen die Erfolgsfaktorenanalyse, die Stärken-Schwächen-Analysen (SWOT-Analysen) sowie die GAP-Analysen. Die zweite Gruppe hat die Aufgabe, die definierte strategische Position in Maßnahmen zur Strukturgestaltung umzusetzen. Gängige Analysen sind dabei die Produktlebenszyklusanalyse, die Produkt-Markt-Portfolio-Analyse, Benchmarking und Wertschöpfungsketten-Analysen. Die Realisierung der strategischen Position in der operativen Ausführung wird durch Instrumente der dritten Gruppe unterstützt. Dazu zählen Kostenvergleichsrechnungen sowie Nutzwahlschwellenanalysen.

Im Bereich der Kontrollinstrumente werden zwei generelle Arten unterschieden: Abweichungs- und Stichprobenanalysen. Bei der Abweichungsanalyse wird zu Beginn einer Planungsperiode ein Soll-Wert definiert und am Ende der Periode mit dem eingetretenen Ist-Wert verglichen. Die Analyse ist für verschiedenste Anwendungen geeignet, wie z.B. Kosten-, Mengen- oder Intensitätsabweichungen. Je mehr Abweichungsarten analysiert werden, umso höher ist die Aussagefähigkeit der Kontrolle und umso genauer können die Ursachen für Abweichungen ermittelt werden. Allerdings steigt der Aufwand zur Durchführung der Analysen. Die Transparenz des Kontrollvorgangs sinkt. In solchen Situationen, in denen eine vollständige Erfassung aller Messgrößen zu aufwendig ist, kommt die Stichprobenanalyse zum Einsatz. Die Aussagekraft ist ebenso wie die Zuverlässigkeit der Analyse wesentlich geringer.

3.5 Bestehende Defizite bei der Planung und dem Betriebswandlungsfähiger Logistiksysteme

3.5.1 Defizite im Handlungsfeld „Modellierung von Logistiksystemen“

Zur prozessorientierten Modellierung von Logistiksystemen existieren verschiedene Ansätze, die meist eine geringe Detaillierung aufweisen. Sie dienen in der Regel der Erhöhung der Transparenz v.a. bei der Darstellung komplexer Materialflussnetze. Das Hauptdefizit liegt darin, dass die Modelle die Gestaltungselemente der Logistiksysteme nicht widerspiegeln. Die Ursache ist in der Zielsetzung der Modelle zu suchen, die auf die Abbildung der ablaufenden Logistikprozesse und nicht auf die Beschreibung der Gestaltungsgrößen fokussiert.

Der grundlegende Gedanke des Prozesskettenmodells nach Kuhn kann zur Modellierung wandlungsfähiger Logistiksysteme aufgegriffen werden. Dadurch können die Vorteile des Modells, die hierarchische Modellbildung und die Kopplung der einzelnen Wertschöpfungsstufen über Quellen-Senken-Beziehungen, die eine Standardisierung der Bausteine ermöglichen, genutzt werden. Ergänzt werden muss aber eine ausführliche Beschreibung der Gestaltungselemente, d.h. die konkrete Abbildung der Aufgaben eines Logistiksystems.

3.5.2 Defizite im Handlungsfeld „Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme“

In der Literatur wird derzeit kein umfassender Ansatz zur Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme beschrieben. Das bedeutet, dass keine Strategien existieren, die eine Steigerung der Wandlungsfähigkeit bzw. insbesondere der Reaktionsfähigkeit erlauben. Allerdings finden sich einige Ansätze, welche die grundlegenden Elemente der Wandlungsfähigkeit in Unternehmen darstellen.

Diese Eigenschaften sollen für die Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme und die Entwicklung von Anpassungsstrategien genutzt werden. Entscheidend ist die Beschreibung der geeigneten Einsatzfälle und die Bewertung der Strategien hinsichtlich der Determinanten der Umfeldturbulenz. Die Strategien müssen dabei in einer allgemeinen Art definiert und formuliert werden, um der Mehrdimensionalität der Umfeldfaktoren gerecht zu werden. Auf diese Weise soll eine generelle Anwendbarkeit der Strategien erreicht werden.

3.5.3 Defizite im Handlungsfeld „Planung von Logistiksystemen“

Die bestehenden Planungsvorgehensweisen zur Gestaltung von Logistiksystemen sind von einer meist sehr einseitigen Ausrichtung gekennzeichnet. Entweder sind die Ansätze rein strategiebezogen oder rein operativ. Darüberhinaus ist die methodische Unterstützung der Planungstätigkeiten sehr gering. Eine durchgängige Planung, die den Planer im Sinne einer Handlungsanleitung führt, existiert nicht. Insbesondere sind die vorliegenden Methoden bei einer hohen Unsicherheit der Planungsdaten aufgrund des turbulenten Umfelds häufig ungeeignet. Eine Kopplung oder Integration in benachbarte Planungsprozesse, z.B. der Montageplanung, ist kaum möglich. Damit werden die Ansätze der in den Unternehmen häufig vorzufindenden Aufgabenintegration nicht gerecht.

Aus diesem Grund ist eine durchgängige, methodenunterstützte Planungsvorgehensweise für Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung zu entwickeln, die verstärkt die Aspekte der Wandlungsfähigkeit aufgreift. Das bedeutet, dass die kontinuierliche Bewertung des Unternehmensumfelds Eingang in die Planung finden muss und eine stärkere Orientierung an den Markt- bzw. Kundenwünschen erfolgen muss.

3.5.4 Defizite im Handlungsfeld „Betrieb von Logistiksystemen“

Im Bereich der Ansätze zum Logistikcontrolling bzw. zur Frühaufklärung sind zwei Hauptdefizite festzustellen. Zum einen sind die Betriebsaspekte von Logistiksystemen, charakterisiert durch die Aufgaben des Controlling, in der Regel eigenständig formuliert und nicht in die Planung integriert. Zum anderen wird die Ableitung möglicher Reaktionsmaßnahmen nicht unterstützt.

Um ein geeignetes Instrumentarium zum Betrieb von Logistiksystemen zu entwickeln, muss eine Integration in den Planungsprozess vollzogen werden. Darüber hinaus sind Controllinginstrumente einzusetzen, die sowohl unternehmensinterne als -externe Größen gleichermaßen berücksichtigen. Von spezieller Bedeutung ist dabei eine umfassende Bewertung der Turbulenz der Einflussgrößen. Die Basis für die Entwicklung des Controllingsystems soll das Rahmenkonzept nach Weber bilden, das durch einen kombinierten Ansatz zur Frühaufklärung unterstützt wird. Entscheidend ist, dass Reaktionsmuster aufgezeigt werden, die eine situative, schnelle Anpassung der Logistiksysteme ermöglichen.

4 Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme

In Kapitel 4 soll das Konzept eines wandlungsfähigen Logistiksystems für Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung erläutert werden. Dazu wird im ersten Schritt ein Modell vorgestellt, das es ermöglicht, die Funktionen und Elemente des Logistiksystems transparent zu machen und gleichzeitig die Basis zur Ableitung von Anpassungsstrategien an Veränderungen der Umfelddeterminanten bildet. Den zweiten Schritt stellt die Entwicklung und Bewertung der Strategien und Maßnahmen zur Reaktion auf Änderungen des turbulenten Umfelds dar.

4.1 Modellierung wandlungsfähiger Logistiksysteme

4.1.1 Zielsetzungen und Grundlagen der Modellbildung

Das Hauptziel der Entwicklung eines Modells für wandlungsfähige Logistiksysteme ist die Erhöhung der Transparenz bezüglich der Gestaltungselemente der Logistik. Dazu sollen die grundlegenden Aufgaben, die Bezugsobjekte und der Betrachtungsrahmen der Logistik mit ausreichender Genauigkeit abgebildet werden. Einerseits wird damit die Basis zur Ableitung von Strategien zur Anpassung bezüglich Veränderungen des Umfelds geschaffen. Durch eine Analyse und Diskussion der Modellelemente wird eine gezielte Reaktion ermöglicht. Andererseits bildet das Modell die Grundlage der Logistikplanung. Es stellt ein unterstützendes Instrumentarium der Planung dar, das dem Planer aufgrund der verbesserten Vorstellung der durchzuführenden Tätigkeiten die vollständige und optimale Erledigung seiner Aufgaben erleichtert. Nach Abschluss der Planung kann das Modell in der Betriebsphase dazu dienen, die von einer Anpassung betroffenen Elemente des Logistiksystems zu identifizieren und mögliche Strategien auszuwählen.

Es ist nicht das Ziel des Modells, die in Kapitel 3.1 vorgestellten Ansätze zur Modellierung von Logistiksystemen zu ersetzen. Vielmehr sollen diese Arbeiten für den Einsatz in Unternehmen mit variantenreicher Serienfertigung und die Anwendung in wandlungsfähigen Logistiksystemen weiterentwickelt werden.

Das im Folgenden beschriebene Modell (vgl. Kapitel 4.1.2 bis Kapitel 4.1.4) eines Logistiksystems basiert auf sechs Leitprinzipien:

- **Prinzip der Prozessorientierung**

Das Leitprinzip der Prozessorientierung spiegelt den Grundgedanken des Logistikbegriffs wieder. Für die Modellierung bedeutet es die Abbildung der Funktionen und Aufgaben der Logistik entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Das klassenbildende Element ist dabei in der Regel die Wertschöpfungsstufe. Eine Kopplung der verschiedenen Stufen erfolgt in Anlehnung an das Prozesskettenmodell von KUHN [1996, S. 53] über den Material- und Informationsfluss bzw. über Quellen-Senken-Beziehungen (vgl. Kapitel 3.1.2).

- **Prinzip der Modularität**

Voraussetzung zur Gestaltung wandlungsfähiger Systeme ist die Modularität. Die Aufteilung eines Gesamtsystems in kleine Bausteine ermöglicht das leichte Austauschen von Einzelementen und die Veränderung der Beziehungsstruktur. Dadurch werden Freiheitsgrade geschaffen, die eine Beweglichkeit des Systems zur Folge haben und damit die Grundlage der Reaktionsfähigkeit darstellen.

- **Prinzip der Integration**

Die Einzelemente des Modells werden von dezentralen, autonomen, sich selbst verantwortenden Einheiten gebildet. Dazu ist es notwendig, alle logistischen Funktionen in diesen Einheiten zu integrieren. Betroffen sind v.a. die traditionell gesondert durchgeführten Aufgaben der Disposition und des Einkaufs. Durch die Zusammenführung entsteht ein Aufgabenkomplex der strategische, strukturierende und operative Funktionen umfasst. Die Eigenschaften der Autonomie und Selbstverantwortung ermöglichen den Einheiten ein freies Gestalten ihrer Logistikfunktionen, stehen dadurch aber auch im gegenseitigen Wettbewerb sowie im Wettbewerb mit externen Ressourcen. Die Folge ist der Aufbau verschiedenster, interner und externer Kunden-Lieferanten-Beziehungen.

- **Prinzip der Differenzierung**

Unter dem Prinzip der Differenzierung wird die Trennung der Logistiksysteme von den Umsystemen verstanden. Entsprechend der Begriffsdefinition eines Logistiksystems (vgl. Kapitel 2.1.2) zählen die produktiven Tätigkeiten z.B. der Fertigung, Montage oder Prüfung nicht zu den originären Funktionen der Logistik. Vielmehr sollen die Aufgaben der Gestaltung und Regelung des Objektflusses (z.B. Material- und Informationsfluss) und die unterstützenden Funktionen der produktiven Tätigkeiten (z.B. Materialbereitstellung) in den Vordergrund der Betrachtung gestellt werden.

- **Prinzip der Gleichheit**

Prinzipiell ist jede Wertschöpfungsstufe bezüglich der zu gestaltenden Systemelemente und damit bezüglich der zu erfüllenden Funktionen und Aufgaben gleich. Die Ausprägungen der einzelnen Elemente sind für jede Wertschöpfungsstufe allerdings individuell an die jeweiligen Randbedingungen angepasst. Aus dem Prinzip der Gleichheit leitet sich die These ab, dass ein einziger Logistikbaustein ausreichend ist, um ein wandlungsfähiges Logistiksystem in seiner Gesamtheit zu beschreiben.

- **Prinzip der variablen Abstraktion**

Die Eigenschaft der variablen Abstraktion ermöglicht eine hierarchische Abbildung des Betrachtungsgegenstands und eine Veränderung des Abstraktionsniveaus des Modells. Das Prinzip, das auch im Prozesskettenmodell (vgl. Kapitel 3.1.2 bzw. PIELOK [1995, S. 39F.]) eine elementare Bedeutung einnimmt, bedeutet, dass die Elemente des Modells bei einer Detaillierung oder Aggregation wieder in Elemente des Modells überführt werden.

4.1.2 Beschreibung des Logistikbausteins

Der Logistikbaustein stellt das kleinste Element und aufgrund des Prinzips der Gleichheit das einzige Basiselement des Modells dar. Ziel des Bausteins ist die Abbildung der Funktionen und Aufgaben der Logistik, die im Rahmen der Logistikplanung durchzuführen sind. Wie bereits erwähnt wurde, werden neben den Aufgaben der Produktionslogistik auch alle Aufgaben der Disposition und des Einkaufs bzw. der Distribution integriert. Entsprechend der unterschiedlichen Charaktere der Tätigkeiten, die von der Festlegung einzelner Strategien bis hin zur Gestaltung technischer Systeme reichen, erfolgt eine Klassifizierung und Zuordnung der Aktivitäten zu drei verschiedenen, funktionsbeschreibenden Ebenen: der strategischen, strukturellen und operativen Ebene (Bild 4-1).

Auf der strategischen Ebene erfolgt die in der Regel teilebezogene Festlegung der Dispositions-, Materialbereitstell- und Distributionsstrategie. Weiterhin wird die Art der Auftragseinlastung, d.h. die Steuerungsstrategie, definiert. Die Elemente der strategischen Ebene legen damit alle Randbedingungen für die Gestaltung und Funktionsweise des Logistikbausteins fest. Darüber hinaus wird v.a. durch die Gestaltung der Dispositions- und Distributionsstrategien die Art der Verknüpfung zu den vor- und nachgelagerten Prozessen beschrieben.

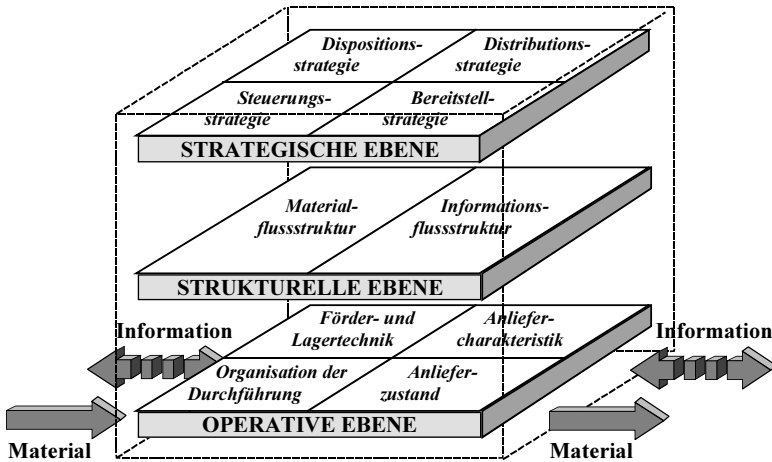


Bild 4-1: Elemente des Logistikbausteins

Die zweite Ebene, die strukturelle Ebene, beschreibt die Material- und Informationsflussstrukturen. Hierbei wird festgelegt, welche Verknüpfungen zwischen den einzelnen Bereichen existieren, welche Intensität die Material- und Informationsströme besitzen und auf welchen Wegen diese geleitet werden. Neben der Planung der Material- und Informationsflussstrukturen innerhalb des Betrachtungsobjekts müssen auch die Schnittstellen zu den angrenzenden Logistikelementen und zu den Umsystemen beschrieben werden.

Auf der operativen Ebene erfolgt schließlich die Umsetzung der Logistikstrategie sowie der auf der strategischen Ebene definierten Rahmenbedingungen. Dazu ist es einerseits notwendig, die Anlieferzustände (Grad der Bauteilorientierung, Art der Bereitstellung, Transport- und Bereitstellbehälter) und die Anliefercharakteristik (benötigte Menge der Einzelteile, Frequenz der Anlieferung) zu definieren. Andererseits erfolgt auf dieser Ebene die technische Realisierung der Förder- und Lagertechnik, d.h. die Auslegung der Transport-, Handlings- und Bereitstellereinrichtungen, die durch die bereits beschriebenen Material- und Informationsflussstrukturen unterstützt wird. Um ein hohes Maß an Wandlungsfähigkeit zu erreichen, ist bei den technischen Systemen auf eine gute Erweiterbarkeit bzw. Integrationsfähigkeit in andere Systeme zu achten. Im letzten Schritt werden die Organisation und die Verantwortlichkeiten für die operative Ausführung der Logistikfunktionen definiert.

4.1.3 Charakterisierung des Logistikbausteins durch Logistikkennzahlen

Über die Identifizierung der Gestaltungselemente hinaus, ist es notwendig, sowohl die externen Anforderungen der vor- und nachgelagerten Modellelemente (Kunden und Umsysteme bzw. Lieferanten) als auch die internen Leistungsdaten im Modell abzubilden. Um dabei eine für die Modellerstellung notwendige Systematisierung der Anforderungen zu erhalten, soll auf logistische Kennzahlen zurückgegriffen werden, die in der Literatur vielfach beschrieben sind (vgl. GOTTSCHALK [1996, S. 254FF.], JACOBY [1994, S. 64FF.], LOEPER [1995, S. 105FF.], LUCZAK [2000, S. 64FF.], REICHMANN [1997, S. 19FF. BZW. S. 331FF.] oder SYSKA [1990, S. 171FF.]). Zur vollständigen Beschreibung eines Logistikbausteins kommt ein dreiteiliges System von Logistikkennzahlen zum Einsatz (Bild 4-2).

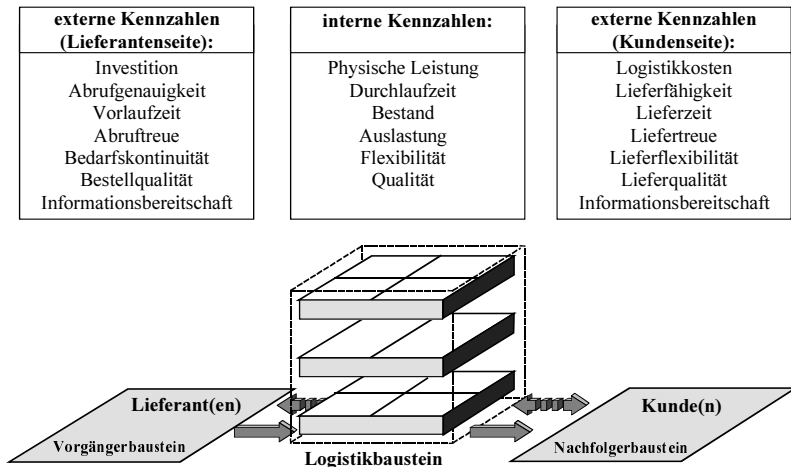


Bild 4-2: Charakterisierung des Logistikbausteins durch Logistikkennzahlen

Der erste Bereich beschreibt die Anforderungen an der Schnittstelle zum Kunden. Als Standard-Kenngrößen werden die Logistikkosten und die Logistikleistung verwendet, wobei sich die Logistikleistung in die Lieferfähigkeit, Lieferzeit, Liefertreue, Lieferflexibilität, Lieferqualität und Informationsbereitschaft untergliedert. Ergänzend ist es notwendig, eine Spezifikation der geforder-

ten Leistung (z.B. Güter, Dienstleistungen, Informationen) dem Baustein gesondert zur Verfügung zu stellen, die nicht in Form einer Kennzahl systematisiert werden kann. Die Kennzahlen charakterisieren den nach außen sichtbaren Erfolg, d.h. die Effektivität und Effizienz des Logistikbausteins und sind verantwortlich für die realisierte Kundenzufriedenheit. Die externe Kosten- und Leistungsdarstellung gibt dabei einen vollständigen Überblick über alle notwendigen Informationen (Kosten-, Zeit-, Qualitätsdaten) einer Lieferung. Obwohl jedes Kriterium isoliert gemessen und bewertet werden kann, ist eine Charakterisierung des Logistikbausteins und eine Bewertung des Erfüllungsgrads der gestellten Anforderungen nur in der Kombination der Kennzahlen möglich [JACOBY 1994, S. 90].

Im zweiten Bereich erfolgt die Definition der bausteininternen Kennzahlen. Dieser Schritt hat die Aufgabe, die Leistungsfähigkeit sowohl des Logistikbausteins als Ganzes als auch der einzelnen Gestaltungselemente darzustellen (vgl. Kapitel 5.7). Dementsprechend sind alle Zeit-, Struktur-, Bestands- und Qualitätsgrößen mögliche Kennzahlen. Die verwendeten Kennzahlen umfassen die physische Leistung, die in dem Logistikbaustein erbracht wird, die erzielte Durchlaufzeit, der Höhe des Bestands an Roh- und Fertigteilen, die Auslastung, die Flexibilität und das erreichte Qualitätsniveau. Die physische Leistung, häufig auch als Durchsatz bezeichnet, charakterisiert die tatsächlich realisierte Leistungsfähigkeit des Logistikbausteins. Diese ist aufgrund von Verlusten im Rahmen der Erzielung des geforderten Qualitätsniveaus aber auch der Materialweitergabe und Distribution in der Regel verschieden von der extern ausgewiesenen Logistikleistung. Dabei ist die Kennzahl in starkem Maß abhängig von der Durchlaufzeit, der Höhe der Bestände und dem Auslastungsgrad der Umsysteme. Der systemspezifische Zusammenhang dieser Kennzahlen kann durch die Erstellung der Betriebskennlinie verdeutlicht werden [WIENDAHL U.A. 1995, S. 30]. Die Kennzahlen Bestand und Auslastung beeinflussen darüber hinaus maßgeblich die extern wahrgenommenen Logistikkosten. Die Flexibilität (vgl. Kapitel 2.2.2) ist im Rahmen der wandlungsfähigen Gestaltung eines Logistiksystems eine elementare Kennzahl. Sie beschreibt die vorgeplante Anpassungsfähigkeit des Bausteins an Veränderungen der extern vorgegebenen Anforderungen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem Fall, die Logistikkosten und -leistung bei unveränderter Menge und Art der geforderten Leistungsart anzupassen und dem Fall, die Logistikkosten und -leistung bei veränderter Menge und Art der geforderten Leistungsart konstant zu halten. Die Kennzahl Qualität ist extern maßgeblich für die Kundenzufriedenheit (vgl. Lieferqualität) und intern für die reibungslose Abwicklung der Prozesse im Logistikbaustein verantwortlich.

4.1 Modellierung wandlungsfähiger Logistiksysteme

Der dritte Block beschreibt die Schnittstelle zu den vorgelagerten Bereichen der Lieferanten. Eingesetzt werden hierbei die Kenngrößen Investition, Abbrufgenauigkeit, Vorlaufzeit, Abruf-treue, Bedarfskontinuität, Bestellqualität sowie die Informationsbereitschaft. Nach JACOBY [1994, S. 102] stellen diese Kennzahlen die Grundlage zur Steuerung der Wechselwirkungen zwischen dem Logistikbaustein und seinen Lieferanten und Kunden dar. In Analogie zu den externen Kennzahlen der Kundenseite werden alle relevanten Leistungs- und Kostendaten erfasst. Ergänzend zu den Kennzahlen ist hierbei ebenfalls eine Spezifikation der von den Lieferanten geforderten Leistung notwendig. Die zeitlichen Kriterien der Abbrufgenauigkeit und Vorlaufzeit beeinflussen dabei maßgeblich die entstehenden Logistikkosten der Lieferanten, aber auch die Festlegung des notwendigen Flexibilitätsmaßes. Dieses wird darüber hinaus aber v.a. von den Kennzahlen Bedarfskontinuität und Bestellqualität, die z.B. Vollständigkeit und Fehlerfreiheit der Bestellung beschreibt, determiniert.

Neben der Charakterisierung des Logistikbausteins ist es möglich, die externen Kennzahlen zur Bewertung der Zuverlässigkeit der Verknüpfung zweier Logistikbausteine, d.h. der Bindung der Kunden-Lieferanten-Beziehung, zu verwenden. Dazu werden die Kennzahlen der Kundenseite mit den Kennzahlen der Lieferantenseite des nachfolgenden Bausteins verglichen. Je geringer die Differenz der Zielwerte ist, umso zuverlässiger ist die Verknüpfung. Um eine zielgerichtete Gestaltung der Qualität und Zuverlässigkeit der Kunden-Lieferanten-Beziehungen durchführen zu können, werden die Lieferanten in Anlehnung an BENSAOU [1999, S. 35FF.] in einem Beziehungs-Portfolio abgebildet (Bild 4-3).

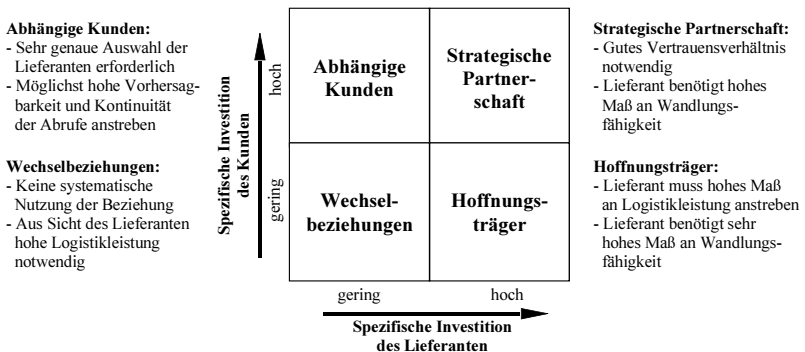


Bild 4-3: Beziehungs-Portfolio (in Anlehnung an BENSAOU [1999, S. 38])

4.1.4 Hierarchische Modellbildung

Das Prinzip der variablen Abstraktion ermöglicht eine hierarchische Abbildung des Logistiksystems (Bild 4-4). In der Regel wird es das Ziel der Modellbildung sein, mindestens zwei verschiedene Ebenen darzustellen. Die erste Ebene bildet das gesamte Logistiksystem als Einheit ab, während die zweite Ebene die Wertschöpfungskette mit allen einzelnen Wertschöpfungsstufen darstellt. Bei komplexen Logistiksystemen kann darüber hinaus eine Untergliederung einzelner Wertschöpfungsstufen in Unterstrukturen sinnvoll sein. Bei der Definition und Abgrenzung der Modellelemente sind dabei aber die Leitprinzipien der Modularität und der Integration zu beachten. Im Rahmen dieser Prinzipien wird festgelegt, dass es sich bei den Elementen um autonome, eigenverantwortliche Bereiche handeln muss.

Der Vorteil der hierarchischen Modellbildung liegt in der Realisierung eines variablen Abstraktionsniveaus, das zu einer hohen Transparenz auch bei sehr komplexen Systemen führt. Darüber hinaus können im Rahmen der Planung des Logistiksystems die Verantwortlichkeiten spezifisch den einzelnen Ebenen und Bausteinen zugewiesen werden.

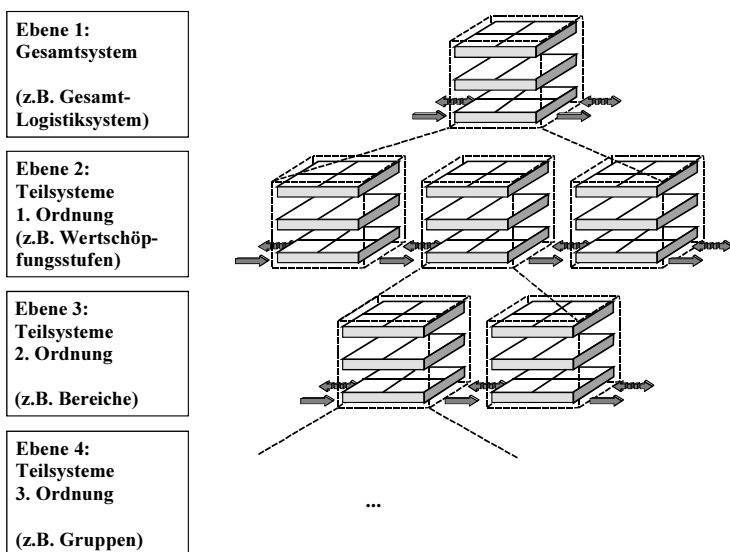


Bild 4-4: Hierarchische Modellbildung auf Basis des Logistikbausteins

Die Vorgehensweise zur Erstellung und Charakterisierung des Modells eines Logistiksystems besteht aus zwei Schritten. Der erste Schritt beinhaltet die hierarchische Festlegung der Logistikbausteine und basiert auf einem Top-Down-Ansatz. Ausgehend auf der ersten Ebene von einem einzigen Baustein, der das Gesamtsystem repräsentiert, werden sukzessive die einzelnen Wertschöpfungsstufen und bei Bedarf weitere Untersysteme ermittelt. Im zweiten Schritt erfolgt die Charakterisierung jedes definierten Bausteins mit Hilfe der Logistikkennzahlen (vgl. Kapitel 4.1.3) in zwei Iterationsschleifen. In der ersten Iteration werden auf Basis der Soll-Kennwerte der Kundenseite im Top-Down-Ansatz sukzessive die externen Kennzahlen der Kunden- und der Lieferantenseite sowie die internen Kennzahlen der Logistikbausteine festgelegt. Dabei wird v.a. die Machbarkeit der vorgegebenen Zielwerte der ersten Ebene überprüft. Die zweite Iterationsschleife basiert auf einem Bottom-Up-Ansatz. Ziel ist die Optimierung der einzelnen Ebenen und die Synchronisierung der Logistikbausteine. Durch die Aggregation der Zielgrößen, d.h. der Logistik-Kennzahlen, ausgehend von fein gegliederten Teilsystemen ist es möglich, die Leistung auch großer und komplexer Logistiksysteme mit einer hohen Genauigkeit zu beschreiben [HALLER 1999, S. 106; JACOBY 1994, S. 89].

4.1.5 Management des Logistiksystems

Das Management des Logistiksystems ist eine Instanz, welche die Gestaltung und die Weiterentwicklung des Systems überwacht und steuert. Daraus ergeben sich zwei wesentliche Aufgaben, die durch die Managementfunktion erfüllt werden müssen. Die erste Aufgabe ist die Optimierung der logistischen Kenngrößen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Damit ist das Management für eine ganzheitliche Betrachtung und Gestaltung des Logistiksystems verantwortlich. Die zweite Aufgabe berücksichtigt die Dynamik des Umfelds, in dem sich das Logistiksystem befindet und sorgt für eine sinnvolle Weiterentwicklung des Systems (Bild 4-5).

Zur Erfüllung der ersten Aufgabe wird die sogenannte Logistikstrategie entwickelt. Diese beschreibt ausgehend von den zu erfüllenden Kundenanforderungen den Weg, der zur Erreichung der logistischen Ziele zu einem definierten Zeitpunkt verfolgt werden soll. Damit gibt sie den Handlungsrahmen für die Planung des gesamten Logistiksystems und die Gestaltung der einzelnen Logistikbausteine vor. Ziel der Strategie ist in diesem Zusammenhang immer die ganzheitliche Optimierung der Wertschöpfungskette. Dazu ist es entscheidend,

dass die Strategie bereits im Vorfeld der Modellbildung definiert ist, um eine singuläre Optimierung einzelner Logistikbausteine zu verhindern. Durch den Weg der Zielerreichung werden maßgeblich die Anzahl und Art der Logistikbausteine, aber auch die Gestaltung der einzelnen Bausteinelemente vorbestimmt.

Die zweite Managementfunktion muss eine den Veränderungen der Umfelddeterminanten adäquate Weiterentwicklung des Logistiksystems gewährleisten. Ziel dabei ist, zu jedem Zeitpunkt möglichst die optimale Logistikleistung bereitzustellen. Im Rahmen der Diskussion der Anpassung des Logistiksystems ist zu unterscheiden zwischen einer langfristig vordefinierten Entwicklung des Systems (Flexibilität) und einer kurzfristigen Anpassung an unvorhergesehene Umfeldveränderungen (Reaktionsfähigkeit) (vgl. Kapitel 2.2). Die Managementfunktion kann nur die langfristige Weiterentwicklung des Systems mit Hilfe der sogenannten Wandlungsstrategie erfüllen. Als Basis werden dazu verschiedene Szenarien definiert, die das Logistiksystem im Laufe der Zeit durchlaufen soll, sofern die prognostizierten Zielgrößen eintreten. Inhalt der Beschreibung der Szenarien ist die Prognose der externen Umfelddeterminanten (vgl. Bild 1-1 bzw. Kapitel 2.3.4), z.B. die Veränderung der Umsysteme, die Entwicklung des Marktpotenzials (Absatzmenge, Variantenvielfalt) oder die Veränderung der Wettbewerbssituation. Basierend auf diesen Szenarien werden mögliche Ausprägungen des Logistiksystems, d.h. Konfigurationen der Wertschöpfungskette und Ausprägungen der Logistikbausteine, vorgeplant. Dabei werden u.U. für ein Szenario mehrere alternative Logistikkonzepte angedacht, um eine optimale Anpassung an die Situation der Szenarien erzielen zu können. Weiterhin wird für jedes Szenario eine Ziel-Konfiguration aus den alternativen Lösungen ausgewählt. Anschließend wird durch die übergeordnete Wandlungsstrategie der Weg zur langfristigen Weiterentwicklung des Logistiksystems bestimmt. Die Lösungen werden zu einer sinnvollen Kette aneinandergereiht, wobei die wichtigsten Bewertungskriterien für die Auswahl der Szenarien und der Alternativkonzepte die Güte der Anpassung an die Veränderung der Umfelddeterminanten, die Entwicklung der erreichbaren Logistikkosten und -leistung sowie die Investitionszeitpunkte darstellen (vgl. Kapitel 5.3). Dabei muss die Wandlungsstrategie den Konflikt zwischen einer optimalen Leistungsbereitstellung des Systems und einer drohenden Instabilität des Systems lösen. Instabilität kann z.B. aus zu häufigen Systemanpassungen, Intransparenz aufgrund von Veränderungen oder mangelnder Akzeptanz der Mitarbeiter resultieren.

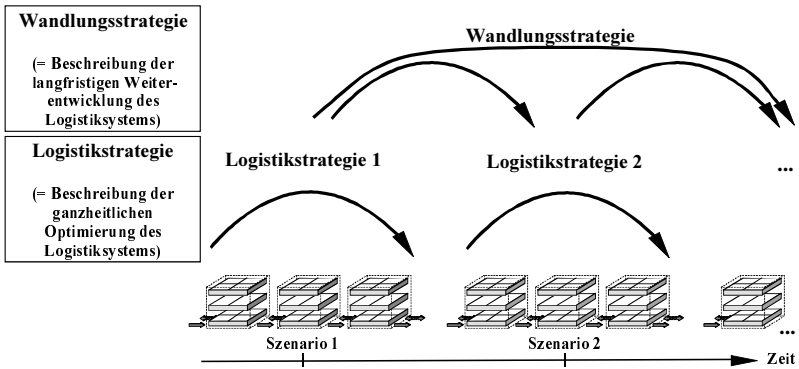


Bild 4-5: Realisierung der Managementfunktionen im Logistikmodell

4.2 Strategien zur Anpassung eines Logistiksystems

4.2.1 Überblick über mögliche Anpassungsstrategien

Grundlage einer effektiven und effizienten Anpassung von Logistiksystemen an Veränderungen der Umfeldparameter ist ein umfangreiches Wissen über mögliche Reaktionsstrategien. Insbesondere sind dabei das Anwendungsgebiet, d.h. die Eignung bezüglich der Veränderungsdimensionen und -ausmaße, zu definieren und die systeminternen Auswirkungen zu beurteilen.

Entsprechend der Modellbildung von Logistiksystemen (vgl. Kapitel 4.1.3) kann bei der Entwicklung der Strategien zwischen der Anpassung einzelner Wertschöpfungsstufen ohne Veränderung der Beziehungsstruktur in der gesamten Kette und einer Anpassung der Struktur der Wertschöpfungskette unterschieden werden. Im zweiten Fall, der Strukturveränderung der Wertschöpfungskette, ist es sowohl möglich, ohne eine Anpassung der Wertschöpfungsstufen auszukommen, als auch zusätzlich eine Anpassung einzelner Stufen vorzunehmen. Bei einer Anpassung der Wertschöpfungsstufen kann eine ein- und mehrstufige Adaption sowie eine Adaption mit durchgängiger bzw. abnehmender Intensität durchgeführt werden. Die Kriterien „Art der Anpassung der Wertschöpfungsstufen“ und „Veränderung der Struktur der Wertschöpfungskette“ sollen die Basis zur Systematisierung der Strategien bilden. Es wird eine Matrix aufge-

4 Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme

spannt, die zehn alternative Anpassungsstrategien enthält (Bild 4-6). Die system-internen Auswirkungen der Anpassung an Veränderungen des Umfelds sind v.a. von der Art und Größe der Veränderung einzelner Wertschöpfungsstufen abhängig. Dabei sind die Ziele der Strategien mit und ohne Veränderung der Struktur der Wertschöpfungskette prinzipiell identisch, Aus diesen Gründen werden die Strategien zu fünf Strategieklassen zusammengefasst, wobei das klassifizierende Kriterium die Art der Anpassung der Wertschöpfungsstufen bildet.

Wertschöpfungsstufen Wertschöpfungskette	keine Anpassung	durchgängige Anpassung mit konstanter Intensität	durchgängige Anpassung mit abnehmender Intensität	einstufige Anpassung	mehrstufige Anpassung
keine Strukturänderung					
Strukturänderung					
	Strategieklasse I	Strategieklasse II	Strategieklasse III	Strategieklasse IV	Strategieklasse V
Hauptziele der Strategiekategorie	Stabilität, Transparenz	Totale Anpassung, Wachstum	Harmonisierung, Wachstum	Engpassorientierung, Risikominimierung	Engpassorientierung, Risikominimierung

Legende: Wertschöpfungsstufe angepasste Wertschöpfungsstufe Umfeldveränderungen

Bild 4-6: Überblick über die Strategieklassen

Im Folgenden werden die fünf Strategieklassen einzeln beschrieben. Dabei wird ausgehend von einer allgemeinen Beschreibung auf die Einsatzzeichnung der Strategien eingegangen. Es wird versucht, in Abhängigkeit des Turbulenzgrades der Umfeldveränderung und der Intensität der Veränderung mögliche Anpassungsfälle zu identifizieren. Wesentlich ist weiterhin, ob es sich um kurz- oder langfristige Übergänge vom Ursprungszustand in den Zielzustand des Logistiksystems handelt, d.h. ob eine geringe oder hohe Anpassungsgeschwindigkeit erforderlich ist. Weitere Bewertungskriterien sind die Reversibilität der Umfeldveränderungen sowie die erzielbare Güte der Prognosen. Eine Betrachtung des mit der Anpassung verbundenen Aufwands kann in der Regel jedoch nicht erfolgen, da dieser in erheblichem Maß von der spezifischen Ausprägung der Wertschöpfungsstufen und der Konfiguration der gesamten Kette abhängig ist.

4.2.2 Strategiekategorie I

Die Strategiekategorie I zeichnet sich dadurch aus, dass keine Anpassungen einzelner Wertschöpfungsstufen vorgesehen sind. Eine Anwendung von Strategie 1, in der keine Strukturänderung der Kette vollzogen wird, bedeutet, dass die Turbulenz des Umfelds unberücksichtigt bleibt und keine Reaktion des Logistiksystems erfolgt. Mit Strategie 2 wird eine Anpassung durch eine Strukturänderung, z.B. die Duplizierung einzelner Wertschöpfungsstufen, erreicht. Die Wertschöpfungsstufen werden dabei in ihrer Ausprägung nicht verändert. In der Regel ist durch diese Maßnahme nur eine sehr grobe Anpassung an Umfeldveränderungen möglich.

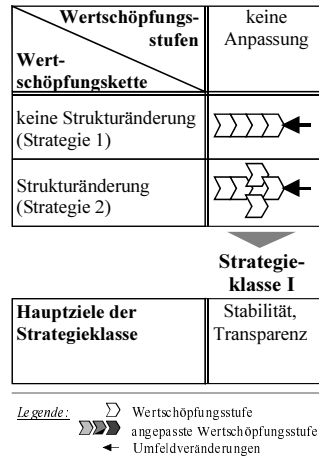
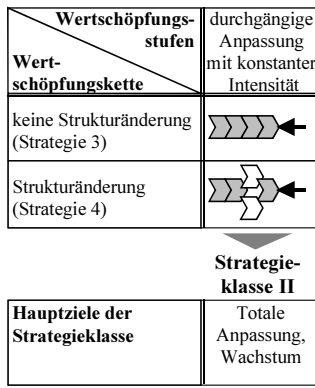


Bild 4-7: Strategiekategorie I

Strategie 1 sieht keine Anpassung im System vor und repräsentiert eine passive Haltung gegenüber dem Wandel des Umfelds. Dementsprechend eignet sich diese Strategie nur bei sehr geringen Veränderungen der Einflussgrößen mit geringer Auswirkung auf das Logistiksystem, von denen angenommen wird, dass sie nur kurze Zeit anhalten. Ein Anwendungsfall sind zyklisch innerhalb einer oder weniger Wochen auf- und abklingende Veränderungen z.B. der geforderten Mengenleistung. Auf Basis von Strategie 2 erfolgt die Anpassung über eine Verschiebung, Duplizierung oder Integration neuer Wertschöpfungsstufen, die in ihrer spezifischen Ausprägung aber nicht verändert werden. Da nur eine sehr grobe Anpassung erzielt werden kann, eignet sich diese Strategie bei großen und tendenziell langfristigen sowie irreversiblen Umfeldänderungen. Ein typischer Anwendungsfall ist der Anlauf neuer Produkte, speziell die Einführungs- und frühe Wachstumsphase.

Durch die Vermeidung einer Anpassung der Konfiguration innerhalb der Wertschöpfungsstufen versucht diese Strategiekategorie, ein Höchstmaß an Transparenz und Stabilität trotz Umfeldturbulenz aufrecht zu erhalten. Bei Anwendung von Strategie 2 ist die Transparenz im Vergleich etwas reduziert. Die häufigste Maßnahme wird dabei aber die Duplizierung von Wertschöpfungsstufen sein. Dadurch bleibt die Grundstruktur der Kette in der Regel erhalten. Die Stabilität und Transparenz ist damit gewährleistet.

4.2.3 Strategiekategorie II



Legende: Wertschöpfungsstufe
 angepasste Wertschöpfungsstufe
 Umfeldveränderungen

Bild 4-8: Strategiekategorie II

Strategie 3 eignet sich z.B., wenn bei gleichbleibenden Anforderungen an das Produktspektrum die Logistikkosten um die Hälfte reduziert werden müssen. Eintreten kann dieses Szenario z.B. bei einer plötzlichen Veränderung der Wettbewerbsstruktur, wenn zwei Anbieter fusionieren und aufgrund der gewonnenen Synergien eine wesentliche Verbesserung der Logistikkosten am Markt durchsetzen. Um ähnliche Steigerungsraten zu erreichen, muss die gesamte Wertschöpfungskette an diese Anforderungen angepasst werden. Ist darüber hinaus z.B. eine Erweiterung des Produktspektrums notwendig, eignet sich Strategie 4. Hierbei wird ebenfalls eine vollständige Anpassung aller Wertschöpfungsstufen bei einer gleichzeitigen Veränderung der Struktur der Kette durchgeführt. Im Vergleich zu Strategie 3 sind ein eher langfristiger Übergang in den neuen Systemzustand sowie eine Irreversibilität der durch das Umfeld induzierten Anforderungen grundlegende Voraussetzungen für Strategie 4.

Die Strategiekategorie II repräsentiert eine typische Wachstumsstrategie. Kunden- bzw. Marktorientierung und damit die totale Anpassung an die Veränderungen des turbulenten Umfelds sind die Hauptziele. Im Vergleich zur Strategiekategorie I wird dabei nur eine sehr geringe Stabilität der Wertschöpfungskette erreicht. Die wesentliche Ursache ist die geringe Transparenz, die mit der häufigen und vollständigen Anpassung aller Wertschöpfungsstufen verbunden ist. Die Fehlerwahrscheinlichkeit z.B. bei der operativen Materialbereitstellung ist relativ hoch.

Die Strategien der Klasse II versuchen, eine maximale Kunden- bzw. Marktorientierung zu erreichen. Dazu wird eine optimale Anpassung aller Wertschöpfungsstufen an die Umfeldveränderungen angestrebt. Ziel ist die vollständige Durchdringung der Wertschöpfungskette mit den neuen Anforderungen. Voraussetzung für den Einsatz dieser Strategiekategorie ist einerseits eine relativ hohe Intensität der Anforderungen mit sehr großen Auswirkungen auf die erzielbare Logistikleistung und -kosten. Andererseits ist aufgrund des großen Aufwands zur vollständigen Anpassung aller Wertschöpfungsstufen eine relativ hohe Prognosegüte erforderlich.

4.2.4 Strategiekategorie III

Strategiekategorie III ist charakterisiert durch eine abnehmende Anpassung der Wertschöpfungsstufen. Die Intensität der aufgeprägten Anforderungen wird entlang der Wertschöpfungskette gedämpft, der Anpassungsgrad reduziert sich sukzessive. Die Strategien 5 und 6 bilden eine Kompromisslösung zwischen den Strategien der Klasse I, die eine vollständige Turbulenzabwehr anstreben, und den Strategien der Klasse II, die auf einer optimalen Anpassung der Wertschöpfungsstufen basieren. Voraussetzung für Strategiekategorie III ist eine hohe Intensität der eingebrachten Veränderungen bei einer relativ niedrigen Prognosegüte.

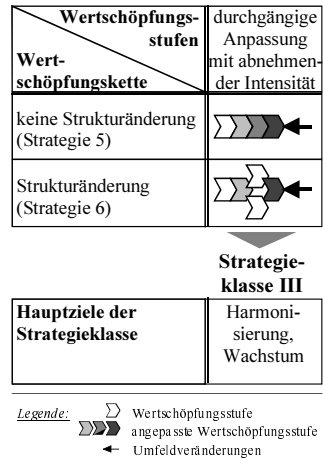
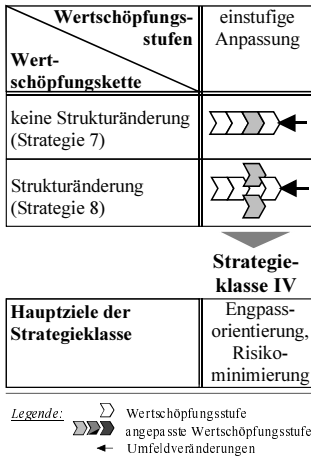


Bild 4-9: Strategiekategorie III

Ein typischer Anwendungsfall für Strategie 5, die keine Strukturänderung der Wertschöpfungskette beinhaltet, ist die Reaktion auf mittelfristig auftretende Absatzschwankungen. Um gegenüber dem Markt eine konstante Logistikleistung aufrecht zu erhalten, ist eine möglichst optimale Anpassung der letzten Wertschöpfungsstufen notwendig. Innerhalb der Wertschöpfungskette wird sukzessive ein Verlust an Logistikleistung in Kauf genommen, wodurch der Anpassungsaufwand reduziert wird. Um trotz der geringeren Logistikleistung die Funktionsfähigkeit der Kette zu gewährleisten, ist Voraussetzung für Strategiekategorie III, dass der Engpass der Kette immer am Ende der Wertschöpfungskette liegt. Das bedeutet, dass im Ausgangszustand die vorderen Wertschöpfungsstufen überdimensioniert und nicht vollständig ausgelastet sind. Strategie 6, die zusätzlich eine Strukturänderung vorsieht, eignet sich, wenn die Absatzschwankung z.B. von einer Erweiterung der Produktpalette überlagert wird.

Bei den Strategien der Klasse III handelt es sich ebenfalls um Wachstumsstrategien. Gegenüber dem Markt wird versucht, unabhängig von der Umfeldturbulenz eine konstante Logistikleistung zu erbringen. Innerhalb der Wertschöpfungskette ist dagegen das primäre Ziel die Harmonisierung. Durch eine abnehmende Anpassungsintensität soll im Vergleich zur Strategiekategorie II eine höhere Transparenz und Stabilität der Kette erreicht werden. Ziel ist die Reduzierung der Anpassungshäufigkeit und des -aufwands v.a. in den vorderen Wertschöpfungsstufen.

4.2.5 Strategiekategorie IV



Während die erläuterten Strategieklassen II bis III eine durchgängige Anpassung der Wertschöpfungsstufen mit unterschiedlichem Anpassungsgrad und -muster zum Ziel haben, basiert die vierte Strategiekategorie auf einer punktuellen Reaktion der Kette auf induzierte Veränderungen. Hierdurch wird ein Minimum des Anpassungsaufwands und damit ein Minimum des Risikos, das mit Investitionen bzw. mit den Umgestaltungen der Wertschöpfungskette verbunden ist, erreicht. Typisch für diese Klasse ist deshalb die Unabhängigkeit von der Güte der Veränderungsprognosen. Die Strategiekategorie eignet sich sowohl bei geringen als auch großen Umfeldeinflüssen.

Bild 4-10: Strategiekategorie IV

Beim Einsatzgebiet der Strategien 7 und 8 ist zwischen zwei Anpassungsarten zu unterscheiden. Die erste Art erfordert aufgrund einer nur punktuellen Wirkung der Umfeldeinflüsse auf die Logistikkette eine spezifische Anpassung der beeinflussten Wertschöpfungsstufe. Ein charakteristisches Beispiel ist die Einführung einer neuen Technologie z.B. zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen, die erforderlich ist, um die geforderte Qualität zu erreichen. Bei der zweiten Anpassungsart wirken sich die Umfeldveränderungen zwar in mehreren Wertschöpfungsstufen aus, eine Anpassung erfolgt aber nur an der kritischsten Stelle. Diese Engpassorientierung verfolgt das Ziel, mit minimalem Aufwand eine Anpassung an die neuen Anforderungen zu realisieren. Als typisches Beispiel kann bei einem erhöhten Kapazitätsbedarf die bereichsweise Durchlaufzeitreduzierung genannt werden. Eine vollständige Erfüllung der von den Kunden bzw. vom Markt geforderten Logistikleistung und -kosten kann bei einer einstufigen Anpassung der Wertschöpfungskette nicht garantiert werden.

Wie bereits erwähnt, sind die maßgeblichen Ziele der Strategiekategorie IV die Risiko- und Aufwandsminimierung auf Basis einer Engpassorientierung. Durch die nur einstufige Anpassung und die geringfügige Veränderung der Wertschöpfungskette wird dabei eine hohe Transparenz und Stabilität erreicht. Nachteilig ist allerdings die u.U. nur teilweise Erfüllung der Kunden- bzw. Marktanforderungen. Die Orientierung an den Umfeldveränderungen ist nur wenig ausgeprägt.

4.2.6 Strategiekategorie V

Die fünfte Strategiekategorie versucht, trotz einer Reduzierung des Anpassungsaufwands im Vergleich zu den Klassen II und III eine vollständige Erfüllung der Kunden- bzw. Marktanforderungen zu realisieren. Dazu wird eine mehrstufige Anpassung der Wertschöpfungskette durchgeführt. Die betroffenen Wertschöpfungsstufen müssen aber nicht benachbart und in unmittelbarem Kontakt stehen. Die Identifizierung der Wertschöpfungsstufen, die angepasst werden müssen, erfolgt analog zur vierten Klasse auf Basis einer Engpassanalyse. Dabei wird davon ausgegangen, dass durch die Veränderung des Engpasses sich dieser verschiebt und an anderer Stelle auftritt. Die Engpassanalyse und Anpassung einzelner Stufen wird in einem iterativen Prozess solange wiederholt, bis das Logistiksystem die geforderten Werte der Logistikleistung und -kosten erfüllt.

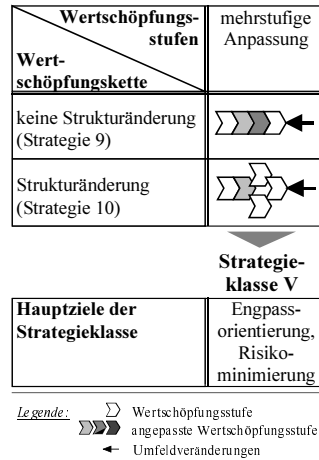


Bild 4-11: Strategiekategorie V

Die Anwendungscharakteristik einer mehrstufigen Anpassung der Wertschöpfungskette ist prinzipiell identisch zu den Strategien der einstufigen Anpassung der Klasse IV. Im Vergleich eignen sich die Strategien 9 und 10 aber eher bei größeren Auswirkungen der Umfeldveränderungen auf die Logistikkette, d.h. bei einer höheren Intensität der Einflussfaktoren. Darüber hinaus muss eine höhere Prognosegüte erreicht werden, da die Risikominimierung bei der mehrstufigen Anpassung nicht in gleichem Maß wie bei einer einstufigen Anpassung genutzt werden kann. Typische Einsatzbeispiele der Strategien der fünften Klasse können in Analogie zu den Beispielen der Strategiekategorie IV gesehen werden. Die Strategien erreichen dabei allerdings eine höhere Kunden- bzw. Marktorientierung.

Hauptziel der Strategiekategorie V ist der Erhalt eines Höchstmaßes an Transparenz und Stabilität trotz vollständiger Erfüllung der geforderten Kunden- bzw. Marktanforderungen. Dadurch unterscheidet sich die Zielsetzung grundlegend von der Klasse IV, welche die Aufwands- und Risikominimierung priorisiert. Die Strategiekategorie V stellt damit einen Mittelweg der diskutierten Strategieklassen dar, indem eine Reduzierung des Aufwands bei einer maximalen Orientierung an den Veränderungen des Umfelds erfolgt.

4.2.7 Bewertung der Anpassungsstrategien

Nachdem in den vorausgegangenen Kapiteln die Strategieklassen sowie die Einzelstrategien erläutert und die geeigneten Anwendungsfälle identifiziert wurden, soll eine kurze Zusammenfassung und Gesamtbewertung durchgeführt werden. Die Bewertung erfolgt anhand der bereits diskutierten Kriterien „Intensität der Änderung“, „Prognosegüte“, „Zeitdauer des Übergangs (Anpassungsgeschwindigkeit)“ und „Reversibilität der Änderungen“ (Bild 4-12).

Bewertungs-kriterien		Strategie-klasse I		Strategie-klasse II		Strategie-klasse III		Strategie-klasse IV		Strategie-klasse V	
		Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5	Strategie 6	Strategie 7	Strategie 8	Strategie 9	Strategie 10
Intensität der Änderung	gering	●	—	—	—	—	—	●	—	●	—
	hoch	—	●	●	●	●	●	—	●	○	●
Prognosegüte der Änderung	gering	○	○	—	—	●	●	●	●	○	○
	hoch	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Zeitdauer des Übergangs	kurz	●	—	●	—	●	—	●	—	●	—
	lang	—	●	○	●	○	—	○	●	○	●
Reversibilität der Änderungen	ja	●	○	●	—	●	—	●	○	○	○
	nein	—	●	—	●	—	●	●	●	●	●

Legende: ● gut geeignet ○ bedingt geeignet — ungeeignet

Bild 4-12: Bewertungsmatrix der Anpassungsstrategien

Die Bewertung lässt erkennen, dass alle Strategien, die zusätzlich zu einer Anpassung der Wertschöpfungsstufen auch eine Strukturänderung der Wertschöpfungskette ermöglichen, prinzipiell bei hohen Intensitäten der Einflussfaktoren, langen Übergangszeiten und irreversiblen Veränderungen geeignet sind. Ein wesentlicher Grund dafür ist der relativ hohe Aufwand für die strukturelle Anpassung, da alle Verknüpfungen im Umfeld der Änderung neu definiert sowie alle Bausteine neu aufeinander abgestimmt und synchronisiert werden müssen. Darüber hinaus muss die Gesamtzielerfüllung der Kette überprüft werden (vgl. Kapitel 4.1.4). Ein weiterer Grund ist die Gefahr der Instabilität der Wertschöpfungskette, die bei einer sehr häufigen strukturellen Änderung auftreten kann.

Charakteristisch für alle Strategieklassen mit Ausnahme der Klasse IV ist die Forderung nach einer hohen Prognosegüte. Zu beachten ist dabei, dass die Qualität der Aussagen bezüglich der aktuellen Veränderung der Umfeld-

parameter im Sinne der oben genannten Bewertungskriterien sehr gut sein sollte, dies aber nicht für einen größeren zukünftigen Zeitraum gelten muss. Der Grund für die erforderliche hohe Prognosegüte liegt in der Durchführung einer realistischen Risikoabschätzung bezüglich der zu realisierenden Art und Größe der Anpassung des Logistiksystems. Darüber hinaus erlaubt eine realistische Bewertung der Veränderung der Umfeldeterminanten auch das frühzeitige Erkennen von Chancen. Diese Chancen können genutzt werden, um aktiv das Unternehmensumfeld zu beeinflussen und zu gestalten. Durch die Induzierung von Turbulenz kann das Unternehmen entscheidende Vorteile im Vergleich zu den Wettbewerbern erzielen [REINHART U.A. 1999B, S. 24].

Im Vergleich der Strategieklassen wird auch deutlich, dass eine große Anpassungstiefe, d.h. die Anforderungen des Umfelds durchdringen das Logistiksystem in sehr großem Umfang, immer mit einem hohen Risiko verbunden ist. Dementsprechend eignen sich diese Strategien nur bei sehr großen Auswirkungen der Umfeldveränderungen im Logistiksystem, von denen angenommen wird, dass sie tendenziell von irreversibler Natur sind und über längere Zeit den neuen Systemzustand prägen werden. Demgegenüber bieten die Strategieklassen IV und V durch die punktuelle, ein- oder mehrstufige Anpassung eine risikoarme Alternative. Allerdings ist der Nutzen dieser Klassen bei allen Einflussfaktoren des Marktes und des Wettbewerbs geringer. Diese Determinanten wirken auf das gesamte Logistiksystem, so dass die Anpassung nur einzelner Wertschöpfungsstufen keine optimale Orientierung an den Umfeldveränderungen erlaubt.

Die Bewertungsmatrix (Bild 4-12) bildet die Basis für die Auswahl der geeigneten Anpassungsstrategie in Abhängigkeit von den Auswirkungen, die durch die turbulenten Umfeldeinflüsse im Logistiksystem auftreten. Dabei ist es grundsätzlich möglich, diese Auswahl rechnerisch zu unterstützen. Eine Möglichkeit dazu bietet die Aufstellung von Polaritätsprofilen. Dazu werden in einem mehrdimensionalen Diagramm sowohl die Bewertungskriterien als auch die Zielkriterien, z.B. Transparenz, Stabilität, Risiko und Aufwand, aufgetragen und gewichtet. Mit Hilfe dieses Diagramms können anschließend für die zehn Einzelstrategien Referenzmuster definiert werden. Schließlich wird für den aktuellen Anpassungsfall das Diagramm erstellt, d.h. es werden die Bewertungskriterien entsprechend der Situation belegt und die Zielvariablen definiert. Durch einen Vergleich des entstehenden Polaritätsprofils mit den Referenzmustern auf Basis eines Mustervergleichs bzw. eines Flächenvergleichs [DAENZER 1986, S. 242; HIRSCHBERG 2000, S. 87ff.] kann die geeignetste Strategiekategorie bzw. Einzelstrategie automatisiert bestimmt werden.

4.2.8 Umsetzung der Anpassungsstrategien im Logistikbaustein

Zur Anpassung einer einzelnen Wertschöpfungsstufe, d.h. eines Logistikbausteins, existieren vielfältige Möglichkeiten. Die Überprüfung der geeigneten Maßnahmen erfolgt im ersten Schritt immer ausgehend von der strategischen Ebene. In Abhängigkeit der Intensität und Art der Einflussfaktoren müssen die Verknüpfungsstrategien zu den Vorgänger- bzw. Nachfolgerelementen in Form der Dispositions- bzw. Distributionsstrategie bezüglich ihrer Funktionsfähigkeit und Zielerfüllung analysiert und u.U. angepasst werden. Anpassen bedeutet in diesem Zusammenhang eine Neubelegung der Parameter unter Beibehaltung der bisherigen Strategie oder einen Wechsel der jeweiligen Strategien. Neben diesen Schnittstellenbeziehungen sind in gleicher Weise die internen Strategien zur Auftrageinlastung und zur Materialbereitstellung anzupassen. Den zweiten Schritt bildet anschließend die Anpassung der Material- und Informationsflussstrukturen bevor im dritten Schritt die operative Ebene angepasst wird. Auf Basis der geänderten Strategien und Strukturen müssen u.U. alle operativen Elemente ausgehend von den Anlieferzuständen bis zur Organisation der Durchführung neu gestaltet werden. Liegt nur ein geringer Anpassungsbedarf vor, reduziert sich das geschilderte Szenario eventuell auf die Anpassung der operativen Elemente.

4.3 Zusammenfassung

In Kapitel 4 wurde im ersten Schritt ein Modell zur Abbildung wandlungsfähiger Logistiksysteme entworfen. Ziel des Modells ist die Darstellung aller Gestaltungselemente eines Logistiksystems. Neben dem Logistikbaustein als Grundelement sieht das Modell die explizite Beschreibung einer Logistik- und einer Wandlungsstrategie vor. Durch diese Managementfunktionen wird die ganzheitliche Optimierung und die langfristige, flexible Entwicklung des Logistiksystems charakterisiert. Weiterhin wurde gezeigt, wie ausgehend von den Anforderungen der Kunden eine hierarchische Struktur von Logistikkennzahlen aufgebaut werden kann, welche die Basis für die Beurteilung eines wandlungsfähigen Logistiksystems bildet. Im zweiten Teil des Kapitels wurden Strategien bzw. Strategieklassen entwickelt und bewertet, die eine optimale Anpassung eines Logistiksystems ermöglichen. Dabei können verschiedene Zielsetzungen, z.B. eine möglichst hohe Marktorientierung oder eine Minimierung des Anpassungsrisikos und des Änderungsaufwands, realisiert werden. Die entwickelte Bewertungsmatrix ist hierbei ein geeignetes Instrumentarium zur Strategieauswahl.

5 Methodik zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

Kapitel 5 erläutert die Methodik zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme. Dazu wird ausgehend von der Darstellung der vollständigen Planungsvorgehensweise jede einzelne Aktivität beschrieben und diskutiert. Entscheidend ist dabei die zielgerichtete methodische Unterstützung der Planungstätigkeiten. In der letzten Phase der Vorgehensweise werden die Grundlagen eines Controllingsystems entwickelt, das die Basis zur Nutzung der Reaktionsfähigkeit im Betrieb bildet. Durch die Definition von Reaktionsmustern wird eine effektive Anpassung der Logistiksysteme im Betrieb ermöglicht. Abgeschlossen wird das Kapitel von einer kurzen Darstellung der Integrationsmöglichkeit der Vorgehensweise in parallele Planungsprozesse.

5.1 Beschreibung des Gesamtkonzepts der Logistikplanung

Die Methodik zur Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme gliedert sich in sechs Phasen: Planungsvorbereitung, Flexibilitätsplanung, Grobplanung, Feinplanung, Einführung und Betrieb. Diese Gliederung orientiert sich an den in der Literatur bekannten Strukturierungen von Planungsvorgehensweisen, wie sie z.B. BULLINGER & LUNG [1994, S. 224FF.] beschreiben. Dadurch wird einerseits dem Planer eine einfache Orientierung und andererseits eine Kopplung an parallele Planungsvorgänge, z.B. der Montageplanung, ermöglicht. Eine entscheidende Änderung stellt aber die Einführung der Flexibilitätsplanung dar. In dieser Phase wird das in dem System installierte Flexibilitätsmaß und damit die prognostizierbaren Adaptionsszenarien festgelegt [REINHART U.A. 1999C, S. 416FF.].

Bereits an dieser Stelle muss betont werden, dass Inhalt einer Planungsmethodik nur die Festlegung der Flexibilität sein kann. Dies lässt sich damit begründen, dass zur Planung Informationen über den Zustand des Systems und der Systemumwelt, mögliche Zielszenarien und vorgegebene Gestaltungsdimensionen verfügbar sein müssen [SCHNEEWEIß 1989, S. 6]. Die Reaktionsfähigkeit stellt dagegen eine Eigenschaft dar, die situativ im Betrieb zum Einsatz kommt. Allerdings kann ein hohes Maß an Reaktionsfähigkeit durch eine geeignete Modellierung des Logistiksystems im Rahmen der Planung vorbereitet und durch die Integration eines Controllingsystems verfügbar gemacht werden.

5 Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

Neben der Frage nach dem grundsätzlichen Planungsinhalt wirft die Diskussion eine weitere Frage auf. Kann bei der Existenz eines turbulenten Systemumfelds überhaupt eine Planung durchgeführt werden, die zu sinnvollen Ergebnissen führt? Im Rahmen der Arbeit wird die These verfolgt, dass eine Planung durchaus möglich ist. Die Vorgehensweise muss aber so konzipiert sein, dass die folgenden Bedingungen bezüglich des Umgangs mit Informationen erfüllt sind:

- Die Planung muss zu jedem Zeitpunkt die Unvollständigkeit und Unsicherheit der Informationen über den Zustand der Systemumwelt berücksichtigen.
- Der Zeitraum des Planintervalls, in dem spezifische Umfeldinformationen genutzt werden, muss möglichst kurz sein. Dementsprechend sollte die Erfassung der notwendigen Informationen erst unmittelbar vor dem Nutzungszeitpunkt erfolgen.
- Im Verlauf der Planung muss eine Reaktion auf dynamische Veränderungen der Informationen und die Hinzunahme neuer Informationen möglich sein.

Realisiert werden kann eine derartige Planungsvorgehensweise auf Basis des Konzepts einer flexiblen Planung. Dieses im Bereich der Betriebswirtschaftslehre und Entscheidungstheorie entwickelte Konzept [HAX & LAUX 1972, S. 318FF.; KÜHN 1989, S. 33FF.; MEIER-BARTHOLD 1999, S. 60FF.; SCHNEEWEIß 1989, S. 9FF.] berücksichtigt den Zeitaspekt in Form einer Hierarchisierung der Planung. Voraussetzung dafür ist die Zerlegbarkeit des Planungsproblems in kleinere Probleme mit kürzeren, abgeschlossenen Zeitperioden. Dabei gibt der übergeordnete Planungsgegenstand die Rahmenbedingungen zur konkreten Lösung der kleineren Probleme vor. Umgekehrt kann das komplette Problem erst gelöst werden, wenn alle Partial-Probleme gelöst sind. Nach SCHNEEWEIß [1989, S. 11] bedeutet das, dass für das übergeordnete System „bei vergleichsweise schlechter Information bei großen Zeithorizonten Potenziale festgelegt werden, die später bei kürzerem Horizont und besserer Informationslage zu konkreten Entscheidungen führen können“.

Zur Umsetzung dieses Konzepts in eine konkrete Planungsmethodik für Logistiksysteme ist eine Hierarchisierung sowohl des Planungsgegenstands als auch des Zeitraums des Planintervalls erforderlich. Die Zerlegung des Logistiksystems in kleine, autonome Einheiten und damit in eigenständig zu lösende Planungsprobleme wurde im Rahmen der Modellbildung wandlungsfähiger Logistiksysteme bereits ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 4.1.4). Dabei müssen die grundsätzlichen Vorgaben der Logistikkennwerte durch das übergeordnete Gesamtsystem

5.1 Beschreibung des Gesamtkonzepts der Logistikplanung

vorgegeben werden, bevor sich nach Gestaltung der einzelnen Wertschöpfungsstufen die Wertschöpfungskette wieder zusammensetzen lässt. Die Strukturierung des Zeitraums des Planintervalls orientiert sich an den sechs definierten Phasen der Planungsmethodik. Den einzelnen Phasen werden dazu spezifische Aufgaben zugeordnet, die dem Prinzip der flexiblen Planung folgend die Hierarchisierung des Planungsobjekts reflektieren (Bild 5-1).

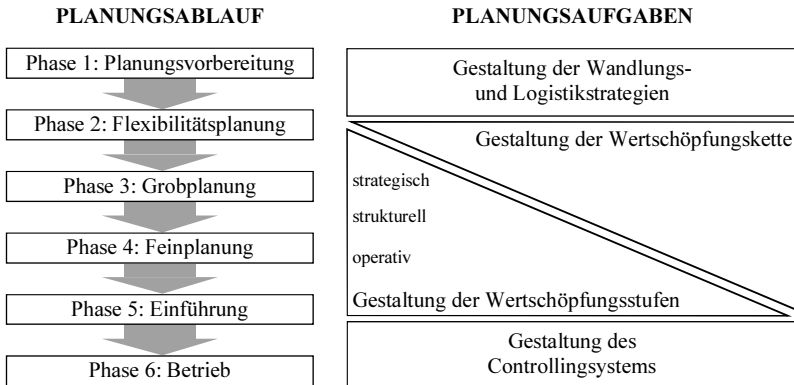


Bild 5-1: Einordnung der Planungsaufgaben in den Planungsablauf

In der ersten Phase der Planungsmethodik erfolgt eine generelle Analyse des Umfelds und die Bewertung der Turbulenz, dem das Logistiksystem ausgesetzt ist (Bild 5-2). Auf dieser Basis werden unter Berücksichtigung der generellen Unternehmenszielsetzung die strategischen und allgemeinen Ziele zur Planung des wandlungsfähigen Logistiksystems festgelegt.

Die anschließende Flexibilitätsplanung (Phase 2) verfolgt das Ziel, den Entscheidungsraum zu ermitteln. Nach der Theorie der flexiblen Planung werden hierbei „bedingte Entscheidungsfolgen (Strategien) betrachtet, die für jede potenzielle Umweltentwicklung eine sogenannte Eventualentscheidung beinhalten, die in Abhängigkeit von der Umweltentwicklung sukzessiv im Zeitverlauf realisiert wird“ [MEIER-BARTHOLD 1999, S. 61]. Da diese Vorgehensweise das Potenzial der Reaktionsfähigkeit vernachlässigt und eine Adaption des Systems hinsichtlich aller denkbaren Umfeldveränderungen ausschließlich durch Flexibilität vorsieht, erfolgt im Rahmen der Planungsmethodik nur die Entwicklung eines eingeschränkten Entscheidungsraums, der auf definierten Planungsszenarien basiert.

5 Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme



Bild 5-2: Methodik zur Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme

In den Phasen 3 und 4 erfolgt ein Wechsel des Planungsgegenstands von der Ebene der Wertschöpfungskette auf die Ebene der einzelnen Wertschöpfungsstufen. Hierbei werden entsprechend der Modellvorstellung die strategischen, strukturellen und operativen Gestaltungsparameter definiert. Im letzten Schritt der Feinplanung wird mit der Zusammenführung der Einzelbausteine zur gesamten Logistikkette erneut ein Wechsel des Planungsobjekts durchgeführt. Nachdem alle Kennzahlen des Logistikbausteins ermittelt sind, erfolgt eine endgültige Bestimmung der logistischen Kennzahlen der obersten Ebene der Wertschöpfungskette (vgl. Kapitel 4.1.4), bevor in Phase 5 die Beschaffung der Anlagen und Einrichtungen sowie deren Installation und Einführung erfolgt.

Zu Beginn der sechsten Phase der Methodik, dem Betrieb, müssen die Parameter des Controllingsystems festgelegt werden. Entscheidend ist die Definition von Reaktionsmustern, die bei einer Veränderung der Systemumgebung eine schnelle Lösungsfindung erlauben. Ein Reaktionsmuster charakterisiert dabei einen vordefinierten Weg für den Selektionsprozess zur Adaption des Logistiksystems. In Abhängigkeit der ermittelten Veränderung und deren Auswirkung im System wird eine Strategiekategorie und ein gezielter Rücksprung in eine Planungsphase vorgeschlagen. Grundsätzlich muss die Frage beantwortet werden, ob die Anpassung durch Lösungen des Entscheidungsraums, also durch Flexibilität, erfolgen kann, oder ob eine neue Konfiguration des Logistiksystems notwendig ist.

5.2 Phase 1: Planungsvorbereitung

5.2.1 Zielsetzung

Die wichtigste Aufgabe der ersten Phase ist die Ermittlung und Aufbereitung der zur grundlegenden Gestaltung der Wertschöpfungskette notwendigen Planungsdaten. Dazu ist es notwendig, eine Analyse des Produkts, aber auch des Umfelds des Logistiksystems durchzuführen. Im Rahmen der Umfeldanalyse ist die ganzheitliche Betrachtung vom unternehmensinternen bis hin zum globalen Umfeld und die Bewertung der Turbulenz sowie der im Logistiksystem induzierten Auswirkungen entscheidend. Um diese Bewertung durchführen zu können, wird eine Segmentierung der Kunden bzw. der Märkte durchgeführt. Aufbauend auf diesen Tätigkeiten werden die strategischen und allgemeinen Ziele, die der folgenden Planung zu Grunde gelegt werden, festgelegt (Bild 5-3).

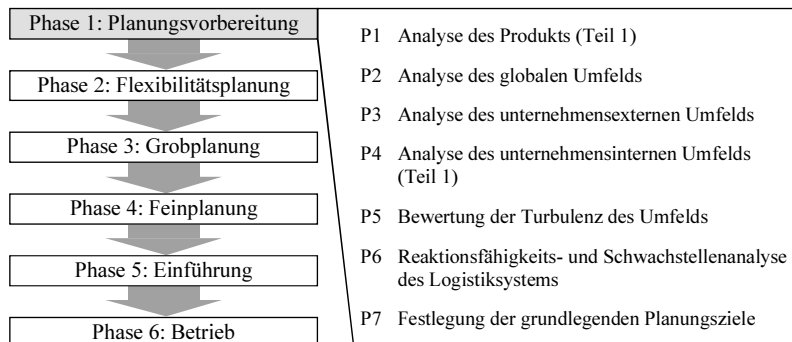


Bild 5-3: Aktivitäten der Planungsphase 1 - Planungsvorbereitung

5.2.2 Aktivitäten der Planungsphase 1

- **P1: Analyse des Produkts (Teil 1)**

Im Rahmen der Produktanalyse wird im ersten Schritt die Produktstruktur aufgestellt und untersucht. Daraus lässt sich der schrittweise Aufbau des Produkts, die Anzahl der Bauteile und Baugruppen sowie deren Verknüpfungen ermitteln. Handelt es sich bei dem Planungsobjekt um eine Produktfamilie oder -reihe werden darüber hinaus die Typen- und Variantenunterschiede der Produktstruktur analysiert. Im zweiten Schritt wird der Fokus auf die Baugruppen bzw. Einzelteile gelegt. Die Analyse Kriterien gliedern sich dabei in allgemeine Produktdeterminanten und in logistikspezifische Kriterien (Bild 5-4). Im Rahmen der Diskussion wandlungsfähiger Logistiksysteme sind die folgenden beiden Kriterien von besonderer Bedeutung:

- Produktstabilität: Die Produktstabilität ist ein Maß für die konstruktive Varianz, d.h. eine hohe Produktstabilität bedeutet, dass ein Produkt über mehrere Jahre nahezu unverändert produziert wird.
- Spezifität: Mit der Spezifität eines Bauteils wird beschrieben, ob es sich um ein Bauteil handelt, das maßgeblich den Charakter bzw. die Erfüllung der Funktionen des Produkts bestimmt. Ein hoher Spezifitätsgrad bedeutet in der Regel eine große Unsicherheit hinsichtlich der Beeinflussung durch Umfeldveränderungen (z.B. Modetrends).

	Produkt determinanten							logistische Determinanten						
	Anzahl Varianten	Produkt- stabilität	Spezifität	Bauteilwert	Volumen	Gewicht	Form- stabilität	Handhab- barkeit	Stapelbar- keit	Rollfähig- keit	Gleitfähig- keit	Empfind- lichkeit	Veralte- rungsgefahr	Sonstiges
Baugruppe 1														
Baugruppe 2														
...														
Bauteil 1														
Bauteil 2														
...														

Bild 5-4: Determinanten für die Analyse des Produkts

Zur effizienten Durchführung der Produktanalyse können weitere Methoden herangezogen werden. Beispiele sind die Wertanalyse, die ABC-Analyse, die montageerweiterte ABC-Analyse, die Materialklassifikation mittels multivariater Analysemethoden oder eine Analyse mittels eines Variantenbaums [BANKHOFER 1999, S. 918FF.; BICHLER & SCHRÖTER 1995, S. 25; DAENZER 1986, S. 266FF.; EHRENSPIEL 1995, S. 585 BZW. S.612F.; LOTTER 1986, S. 10; WEBER 1997, S. 210; WIENDAHL 1989, S. 299].

Das Ergebnis des Schrittes P1 ist die Aufstellung und Analyse der Produktstruktur sowie die Charakterisierung der Baugruppen und Einzelteile hinsichtlich der wesentlichen Produktdeterminanten und Anforderungen an die Logistik.

- **P2: Analyse des globalen Umfelds**

Die Einflussfaktoren auf globaler Ebene sind bestimmt durch die Entwicklungen der Makroökonomie und Ökologie, die allgemeinen technologischen Fortschritte sowie die Veränderungen im sozio-kulturellen Umfeld. Dabei sind u.a. Konjunkturschwankungen, grundlegende Veränderungen der Kapital-, Absatz- und Beschaffungsmärkte sowie technologische Trends zu ermitteln. Wie in Kapitel 2.3.4 beschrieben wurde, wirken die globalen Größen mittel- bis langfristig und indirekt auf die Logistiksysteme. Dementsprechend beeinflussen sie den allgemeinen Handlungs- und Gestaltungsrahmen der Logistiksysteme. Die Informationen stellen Grundlagenwissen dar, das v.a. die langfristige Entwicklung des Logistiksystems beeinflusst. Die wesentlichen Beobachtungsbereiche und einige ausgewählte Indikatoren zur Analyse des globalen Umfelds zeigt Bild 5-5.

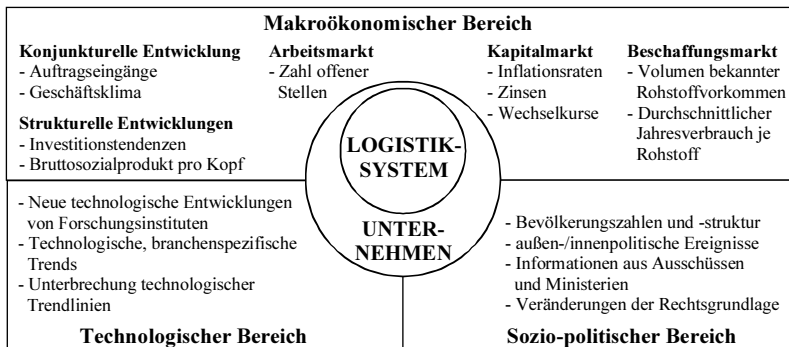


Bild 5-5: Beobachtungsbereiche und Indikatoren zur Analyse des globalen Umfelds (in Anlehnung an KRYSZEK & MÜLLER [1999, S. 180])

Zur Analyse des globalen Umfelds ist die Anwendung spezieller Analysemethoden häufig nicht möglich, da es sich um die Erfassung sog. „schwacher Signale“ handelt. Teilweise können aber die in der Literatur verfügbaren Verfahren der Trendanalyse sowie der Technologiebewertung (Technologieportfolio und -kalender, S-Kurven-Konzept) eingesetzt werden [HEINEN 1991, S. 654FF. BZW. S. 1089FF.; LOEPER 1995, S. 106FF.; MATERNE 1993, S. 37FF.].

Ergebnis der Aktivität P2 ist die Ermittlung der allgemeinen, globalen Trends im wirtschaftlichen, ökologischen, technologischen und sozio-politischen Bereich.

• P3: Analyse des unternehmensexternen Umfelds

Die wesentlichsten Informationen zur Auslegung und Gestaltung von Logistiksystemen haben ihren Ursprung im unternehmensexternen Umfeld. Durch das Potenzial der Absatzmärkte und die Aktivitäten der Wettbewerber werden die Grundlagen der Absatzzahlen, aber auch der Kundenanforderungen bezüglich des Funktions- und Leistungsumfangs des Produkts und damit der Variantenvielfalt determiniert. Um trotz der Komplexität der Analyse aussagekräftige Planungsdaten zu erhalten, gliedert sich die Analyse in drei Schritte:

- P3a: Definition und Bewertung der relevanten Kunden- bzw. Marktsegmente
- P3b: Ermittlung und Auswertung der Kunden- bzw. Marktprofile
- P3c: Prognose und Analyse der spezifischen Entwicklung der Segmente

Der erste Schritt (P3a) umfasst die Definition der gewünschten Absatzmärkte und die Bewertung der Segmente in Form einer Potenzialermittlung. Als methodische Unterstützung dieses Schrittes dient die Portfolio-Technik [WIENDAHL 1989, S. 57]. Aufgabe eines Kunden- bzw. Marktsegmentportfolios ist dabei die Klassifizierung der Segmente entsprechend ihrer Bedeutung. Dieses Portfolio (Bild 5-6) bewertet die einzelnen Kundenbeziehungen anhand der Kriterien „Bestandswahrscheinlichkeit“ bzw. „Ergebnishöhe der Kundenbeziehung“ und bildet die Basis zur Entwicklung differenzierter Logistikstrategien. Bei der Segmentierung bzw. Clusterung der Absatzmärkte ist zu beachten, dass ein angemessener Detaillierungsgrad gewählt wird. Wichtig ist, die Nachfragerschwerpunkte zu ermitteln, über die auch die benötigten Informationen vorliegen. Eine Betrachtung auf Ebene der Einzelnachfrager stellt sicherlich die Ausnahme dar, da hierfür in der Regel die informatorischen Voraussetzungen nicht gegeben sind [DELFMANN 1989, S. 218F.]

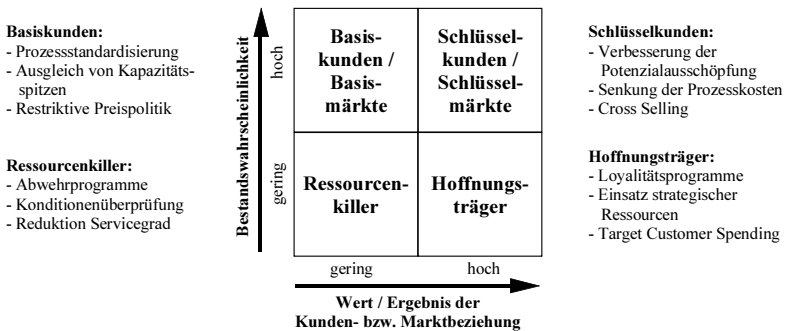


Bild 5-6: Kunden- bzw. Marktsegmentportfolio mit Wertschöpfungsstrategien (in Anlehnung an LUBE [1997, S. 186])

Als Ergebnis des Schrittes P3a werden neben der Bewertung der Segmente die Absatzzahlen mit der erwarteten Variantenverteilung getrennt für jedes Kunden- bzw. Marktsegment abgeleitet. Die Absatzzahlen spiegeln allerdings nur einen Zeitpunkt wieder. Dieser Punkt wird in der Regel in der Sättigungsphase des Produktlebenszyklus gemessen, da hier der maximale Wert der Kundenbeziehung (Ergebnishöhe) erreicht wird. Dabei zeigt sich die elementare Bedeutung der Aufschlüsselung in verschiedene Segmente. Nur durch eine getrennte Betrachtung können die spezifischen Werte der Kundenbeziehung und der Absatzmenge der Marktsegmente ermittelt werden [NIESCHLAG U.A. 1994, S. 82FF.].

5 Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

Im zweiten Schritt (P3b) erfolgt eine über das reine Absatzpotenzial hinausgehende Auswertung der Kunden- bzw. Marktsegmentprofile. Beurteilt werden die Anforderungen der Kunden bezüglich der Logistikleistung und -kosten. Wichtig ist der direkte Vergleich zu den Leistungen der Wettbewerber (Bild 5-7). Im Rahmen der Analyse werden einerseits die logistischen Zielgrößen, mit denen das Segment bedient werden soll, ermittelt und in Relation zur angebotenen Leistung der Wettbewerber gesetzt. Die Bewertung erfolgt relativ, d.h. der Nullpunkt markiert die eigene Position und vergleicht die Leistungen der Wettbewerber (-5 sehr viel schlechter, +5 sehr viel besser).

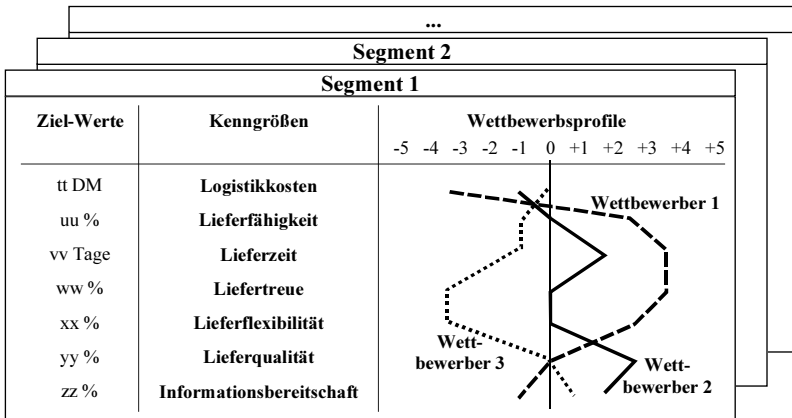


Bild 5-7: Erstellung der logistischen Kunden- bzw. Marktsegmentprofile

Der dritte Schritt (P3c) greift die in P3a für jedes Segment ermittelte, maximale Absatzzahl auf und ergänzt sie um die vollständige Prognose des Produktlebenszyklus. Gleichzeitig ist es dabei notwendig, die Entwicklung der Variantenverteilung in den verschiedenen Phasen des Lebenszyklus zu berücksichtigen (Bild 5-8). Das Ergebnis des Schrittes P3c besteht aus der Abbildung der segment-spezifischen Produktlebenszyklen inklusive der Variantenentwicklung sowie die Aggregation zu einem Gesamt-Produktlebenszyklus.

Neben der Analyse der Absatzmärkte und Wettbewerber umfasst die unternehmensexterne Umfeldanalyse weiterhin die Entwicklung der branchenspezifischen Technologien und die Bewertung der Ressourcen der Beschaffungsmärkte. Die Ermittlung der Technologien ist integriert in die Aktivität P2 (Analyse des globalen Umfelds). Die Bewertung der Beschaffungsmärkte erfolgt zu einem späteren

Zeitpunkt im Rahmen der Flexibilitätsplanung in Kombination mit der make-or-buy-Entscheidung (FL3 und FL4).

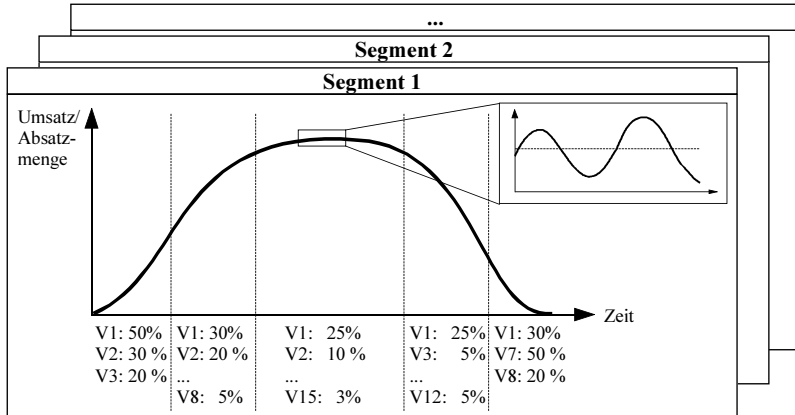


Bild 5-8: Entwicklung der Produktlebenszyklen mit Spezifikation der Varianten

Als Ergebnis der Analyse des unternehmensexternen Umfelds (P3) erhält der Logistikplaner drei Informationen und Hilfsmittel für die weitere Planung:

- Das Kunden- bzw. Marktsegmentportfolio gibt Auskunft über die Anzahl und die Bedeutung der zu bedienenden Kunden bzw. Märkte.
- Die logistischen Kunden- bzw. Marktsegmentprofile charakterisieren die segmentspezifischen Zielwerte der Logistikengrößen und die eigene Position im Vergleich zu den Wettbewerbern.
- Die segmentspezifischen Produktlebenszyklen mit Spezifikation der Varianten sowie der aggregierte Gesamt-Produktlebenszyklus beschreiben die geplante Entwicklung des Absatzvolumens und des Variantenmix.

• **P4: Analyse des unternehmensinternen Umfelds (Teil 1)**

Das unternehmensinterne Umfeld gliedert sich in die Dimensionen Ziele, Strategien, Leistungspotenziale und Umsysteme (vgl. Bild 1-1 bzw. Kapitel 2.3.4). Während die Ziele und Strategien den allgemeinen Handlungsrahmen vorgeben, bestimmen die Leistungspotenziale und die Umsysteme maßgeblich die Gestaltung des Logistiksystems. Im Rahmen der Analyse der Umsysteme werden die

5 Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

einzelnen Wertschöpfungsstufen des Produkts sowie die vorhandenen bzw. zukünftig erforderlichen Ressourcen beschrieben. Dazu sind u.a. die Maschinen, Anlagen und Betriebsmittel sowie die Personalkapazität zu bewerten und die Anforderungen an das Logistiksystem abzuleiten. Hierzu wird die in P1 erstellte Bauteilbeschreibung aufgegriffen und ergänzt (Bild 5-9). Die aus Sicht des Logistiksystems wesentlichen Informationen sind dabei die Zuordnung der Bauteile zu den Umsystemen (Quellen-Senken-Beziehungen) und die Beschreibung der notwendigen Ressourcen zum Transport und zur Handhabung der Bauteile.

	Produktde-terminanten					logistische Determinanten					Zuordnung Bauteile - Umsysteme					Ressourcen					
											Umsystem 1	Umsystem 2	Umsystem 3	Umsystem n	Fördereinrichtungen	Bereitstellungstechnik	Handhabungstechnik	Lagereinrichtungen	Logistikpersonal
Baugruppe 1																					
Baugruppe 2																					
...																					
Bauteil 1																					
Bauteil 2																					
...																					

Bild 5-9: Determinanten zur Analyse der Umsysteme aus logistischer Sicht

Für die Aufgabe der Produktionsanalyse (Umsysteme und Ressourcen) können darüber hinaus Tätigkeitsanalysen (Analyse des Prozesses und des Arbeitsumfangs), Analysen der Fertigungs- und Montagevorranggraphen (Operationsfolgediagramm), eine montagerweiterte ABC-Analyse, eine Analyse der eingesetzten Fertigungs- und Montagetechnik, eine Flexibilitätsanalyse der Umsysteme sowie eine Analyse der Personalstruktur und -qualifikation durchgeführt werden [BULLINGER & LUNG 1994, S. 232; LOTTER 1986, S. 10; REINHART U.A. 1999C, S. 415; SCHÄFER 1980, S. 76].

Das Ergebnis des Planungsschrittes P4 liegt in der Ermittlung der allgemeinen Ziele, Strategien und Potenziale des Unternehmens sowie der Anforderungen der einzelnen Wertschöpfungsstufen bzw. der Umsysteme an das Logistiksystem.

- **P5: Bewertung der Turbulenz des Umfelds**

Um eine Bewertung der in den Analyseschritten P1 bis P4 ermittelten Planungsdaten durchführen und die Planungssicherheit beurteilen zu können, ist es not-

wendig, das Maß der Turbulenz zu bestimmen, dem die Einflussgrößen unterliegen. Die Turbulenz wird dabei durch die Komplexität des Umfelds und die Dynamik, die aus der Häufigkeit und Stärke von Veränderungen resultiert, bestimmt [BUCHNER U.A. 1998, S. 452]. In der Literatur finden sich vereinzelt Ansätze zur Bewertung der Turbulenz. Der große Nachteil aller Ansätze ist, dass die Turbulenzbewertung nur im höchsten Aggregationszustand global für das Unternehmen durchgeführt wird. Konkrete Aussagen und Wirkungsanalysen für untergeordnete Systeme lassen sich damit nicht treffen. Die im Folgenden vorgeschlagene Vorgehensweise sieht deshalb ein dreistufiges Konzept zur Turbulenzbewertung in Bezug auf Logistiksysteme vor:

- P5a: segmentspezifische Bestimmung des vorherrschenden Turbulenzgrads
- P5b: segmentübergreifende Bewertung der Turbulenz der Einflussfaktoren
- P5c: Bewertung der Stabilität der logistischen Zielgrößen

Die Vorgehensweise greift dabei bestehende Instrumentarien, wie z.B. das Turbulenzportfolio und die Einflussmatrix [BECKMANN 1996, S. 22 BZW. S. 240; BUCHNER U.A. 1998, S. 453], auf.

In der ersten Stufe (P5a) erfolgt die Turbulenzbewertung getrennt für jedes Kunden- bzw. Marktsegment (Bild 5-10). Dazu werden im ersten Schritt die relevanten Einflussgrößen des Umfelds bestimmt. Eine unternehmensspezifische Zusammenfassung von Kenngrößen zu einer Spitzen-Kenngröße ist ebenso möglich wie eine Untergliederung in Teilkenngößen. Z.B. können alle Kriterien des globalen Umfelds zusammengefasst oder die Beschreibung des Absatzmarktes in die Kriterien Absatzmenge und Variantenverteilung differenziert werden.

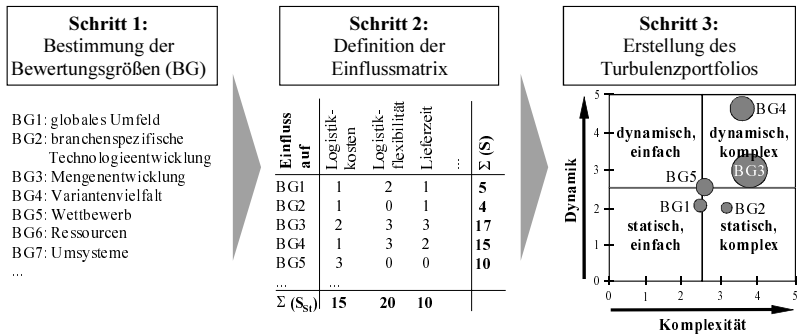


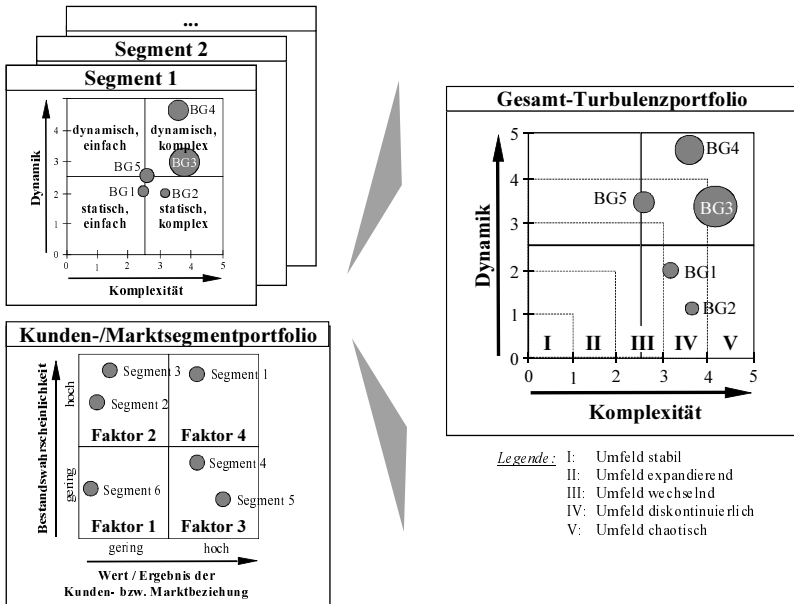
Bild 5-10: Turbulenzbewertung der einzelnen Kunden- bzw. Marktsegmente

Im zweiten Schritt werden die Kenngrößen entsprechend ihres Einflusses auf die logistischen Zielgrößen (vgl. Kapitel 4.1.3) unter Zuhilfenahme einer Einflussmatrix gewichtet. Es wird eine Skalierung von 0 (kein Einfluss) bis 3 (sehr starker Einfluss) zu Grunde gelegt [BECKMANN 1996, S. 240], wobei die Summe S der Einflusswerte die Gewichtung der Kenngröße darstellt. Im dritten Schritt wird die Dynamik und Komplexität der Kriterien bewertet und im Turbulenzportfolio eingetragen. Das zuvor festgelegte Gewicht des Kriteriums wird durch den Durchmesser des Kreises zum Ausdruck gebracht [BUCHNER U.A. 1998, S. 453]. Die Werte für die Ausprägung der Dynamik und Komplexität werden auf Basis einer Skala von 0 (nicht vorhanden) bis 5 (sehr hoch) geschätzt.

Die zweite Stufe der Vorgehensweise (P5b) beinhaltet die Bewertung der Turbulenz über alle Segmente hinweg. Um die Einzelwerte aggregieren zu können, müssen die Segmente zueinander gewichtet werden. Dazu wird das Kunden- bzw. Marktsegmentportfolio aus P3a verwendet, wobei den vier Feldern der Matrix entsprechend der Bedeutung der Segmente Faktoren (F) zwischen 1 und 4 zugeordnet werden. Die Position und die Gewichtung einer Bewertungsgröße im Gesamt-Turbulenzportfolio kann mit Hilfe der nachfolgend dargestellten Berechnungsformeln ermittelt werden. Das resultierende Gesamt-Turbulenzportfolio (Bild 5-11) erlaubt grobe Aussagen hinsichtlich der Haupteinflusskriterien auf das Logistiksystem. Die Bedeutung der Kriterien wird wiederum durch den Durchmesser der markierten Kenngröße zum Ausdruck gebracht. Um Anpassungsmaßnahmen ableiten zu können, müssen aber die Einzel-Portfolios verwendet werden.

Die dritte Stufe (P5c) der Vorgehensweise verfolgt das Ziel die Stabilität der logistischen Zielgrößen zu bewerten. Diese Information kann direkt aus den aufgestellten Einflussmatrizen gewonnen werden. Mit Hilfe der Einflussmatrix wurden segmentweise die Auswirkungen der Umfeldeterminanten auf die externen Kenngrößen des Logistiksystems bestimmt. Berechnet man die Spaltensummen S_{Si} , so stellen diese ein Maß für die Stabilität der Kenngrößen dar. Je niedriger der ermittelte Wert ist, um so stabiler ist die logistische Zielgröße gegenüber Veränderungen des Umfelds und um so sicherer sind die auf dieser Planungsgrundlage getroffenen Entscheidungen.

Ergebnis der Planungsaktivität P5 ist die segmentspezifische und die segmentübergreifene Ermittlung des Turbulenzgrades der Umfeldeterminanten auf Basis von Turbulenzportfolios. Weiterhin erhält der Planer durch die erstellten Einflussmatrizen Informationen über die Intensitäten der Einflussfaktoren, die



Berechnung der Position und des Gewichts einer Bewertungsgröße BG im Gesamt-Turbulenzportfolio:

Dynamik D_{BG} :

$$D_{BG} = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i * S_i * F_i)}{\sum_{i=1}^n (S_i * F_i)}$$

Komplexität K_{BG} :

$$K_{BG} = \frac{\sum_{i=1}^n (K_i * S_i * F_i)}{\sum_{i=1}^n (S_i * F_i)}$$

Gewicht S_{BG} :

$$S_{BG} = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i * F_i)}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

Legende:
 n: Anzahl Segmente
 D_i: Dynamik der Bewertungsgröße in den Einzel-Portfolios
 K_i: Komplexität der Bewertungsgröße in den Einzel-Portfolios
 S_i: Gewicht der Bewertungsgröße in den Einzel-Portfolios
 F_i: Gewichtungsfaktor des Segments

Bild 5-11: Ermittlung des Gesamt-Turbulenzportfolios

Auswirkungen auf die logistischen Zielgrößen und die Stabilität der Planungsdaten. Entscheidend ist, dass im Folgenden alle Daten, die eine geringe Stabilität aufweisen, einem kontinuierlichen Monitoring unterzogen werden, um frühzeitig Veränderungen erkennen und diese in Planungsänderungen des Logistiksystems umsetzen zu können.

- **P6: Reaktionsfähigkeits- und Schwachstellenanalyse des Logistiksystems**

Die Analyse der Reaktionsfähigkeit und der vorhandenen Schwachstellen ist nur möglich, wenn bereits ein Logistiksystem für das zu produzierende Produkt besteht. Dementsprechend kommt diese Aktivität vorrangig bei Umplanungen zum Einsatz. Bei einer Neuplanung ist es möglich, Logistiksysteme ähnlicher Produkte oder von Vorgängerprodukten zu analysieren.

Entscheidend ist die Analyse der Reaktionsfähigkeit der Vergangenheit (vgl. Kapitel 2.2.5). Zu unterscheiden ist zwischen zeitlichen Kriterien, wie z.B. den Lieferzeiten bei unerwarteten Absatzmengensteigerungen, Kostenkriterien, wie z.B. zusätzliche Transportkosten, und Leistungskriterien, wie z.B. der erreichte Erfüllungsgrad der Kundenwünsche. Interessant ist weiterhin, ob das Flexibilitätsmaß richtig gewählt war. Dazu ist ein Vergleich der vorhandenen mit der tatsächlich genutzten Flexibilität notwendig. Neben der Analyse der Reaktionsfähigkeit und Flexibilität ist eine generelle Schwachstellenanalyse durchzuführen.

Die insbesondere zur Schwachstellenanalyse vorhandenen Methoden reichen vom Bestandsmanagement in der Produktion über die Analyse der Materialflussstrukturen und -beziehungen mittels Sankey-Diagrammen, Von-Zu-Diagrammen, und Transportmatrizen bis hin zu Methoden der Analyse des Servicegrads [ABELS & SANDER 1993, S. 82FF.; BICHLER & SCHRÖTER 1995, S. 32FF.; BRYNJOLFFSSON U.A. 1997, S. 37FF.; KAPOUN 1994, S. 82FF.; WIENDAHL 1986, S. 300FF.]. Eine spezielle Methode zur Analyse des logistischen Potenzials eines Systems und zur Verbesserung der Logistikleistung stellt die Methode der Betriebskennlinien dar [WIENDAHL 1994, S. 4F.; WIENDAHL U.A. 1995, S. 30]. Am Geeignetsten erscheint aber die Durchführung einer Potenzialanalyse nach GUDEHUS [1999, S. 95FF.]. Die Analyse gliedert sich in die Anforderungsanalyse (z.B. richtige Definition der Leistungs- und Serviceanforderungen an die Logistik), Leistungsanalyse (z.B. Engpässe und Schwachstellen im Prozessablauf), Prozessanalyse (z.B. Auswertung der Lieferzeiten, Termintreue, Bestände), Strukturanalyse (z.B. Stufigkeit des Logistiksystems) und Benchmarking (z.B. Vergleich von Kosten-, Leistungs- und Qualitätskennzahlen).

Das Ergebnis des Planungsschrittes P6 ist zweigeteilt: Die Reaktionsfähigkeitsanalyse liefert Aussagen über das in der Vergangenheit notwendige und erreichte Maß an Reaktions- und Wandlungsfähigkeit. Darüber hinaus bildet das Ergebnis der Schwachstellenanalyse die Basis für die nachfolgende Definition der Anforderungen an das Logistiksystem sowie zur Gestaltung der Systemelemente.

- **P7: Festlegung der grundlegenden Planungsziele**

Abgeschlossen wird die Phase der Planungsvorbereitung mit einer Definition der strategischen und allgemeinen Ziele der Planung, welche die Grundlage zur Auslegung des Systems darstellen. Im ersten Schritt (P7a) werden die strategischen Ziele festgelegt. Inhalt ist u.a. die Beantwortung folgender Fragen:

- Sollen die identifizierten Kunden- bzw. Marktsegmente auf Basis einheitlicher Logistikleistung und -kosten bedient werden oder erfolgt eine differenzierte Leistungserfüllung entsprechend der Bedeutung der Segmente?
- Wird die Leistungserfüllung des gesamten Produktumfangs (Typen- und Variantenvielfalt) über eine Logistikkette oder über mehrere parallel verlaufende Logistikketten abgewickelt?
- Welche Tiefe der Durchdringung der Kunden- bzw. Marktorientierung und damit der Veränderungen der Systemumwelt soll in der Logistikkette erreicht werden? Soll ein definierter Kundenentkopplungspunkt eingeführt werden?
- Welche Wertschöpfungstiefe soll im eigenen Unternehmen realisiert werden?

Sind diese Fragen beantwortet, werden im zweiten Schritt (P7b) die allgemeinen Zielsetzungen für die Logistikkonzeption ermittelt. Maßgebliche Kriterien sind u.a. das angestrebte Maß an Stabilität, Fehlertoleranz und Transparenz der Wertschöpfungskette. Dieses Maß bestimmt einerseits die Häufigkeit von Anpassungsmaßnahmen im Rahmen einer langfristigen, flexiblen Weiterentwicklung des Logistiksystems und andererseits die grundlegenden Anpassungsstrategien, die für die Umgestaltung des Systems eingesetzt werden (vgl. Kapitel 4.2.5).

Ergebnis der Planungstätigkeit P7 ist die Definition aller für die Planung relevanten strategischen und allgemeinen Ziele. Diese Ziele bilden die Basis für das weitere Vorgehen und legen wesentliche Elemente der Flexibilitätsplanung und damit der Struktur des Entscheidungsraums fest.

5.3 Phase 2: Flexibilitätsplanung

5.3.1 Zielsetzung

Die zweite Phase der Planungsvorgehensweise, die Flexibilitätsplanung, umfasst vier wesentliche Aufgaben (Bild 5-12). Die erste Aufgabe ist die zeitabhängige Festlegung der logistischen Ziele und Kenngrößen. Dadurch wird die Basis für die Definition des Flexibilitätsmaßes zu verschiedenen Zeitpunkten des Lebenszyklus (Planungsszenarien) geschaffen. Dementsprechend stellt die Festlegung der Flexibilität und die Ermittlung der Wandlungsstrategie, durch welche die langfristige Entwicklung des Logistiksystems charakterisiert wird, die entscheidende Aufgabe der Flexibilitätsplanung dar. Die Basis zur Definition der Wandlungsstrategie bildet dabei der sogenannte Entscheidungsraum, der mögliche Lösungen zur Gestaltung der Logistikkette aufzeigt. Die vierte Aufgabe besteht schließlich in der Definition einer spezifischen Logistikstrategie für das System bzw. für das erste zu realisierende Logistikkonzept, falls es sich um eine stufenweise Entwicklung des Systems handelt. Die Logistikstrategie gibt die Grundlagen zur Gestaltung der Wertschöpfungskette vor und definiert einen Weg zur Realisierung der Logistikziele.

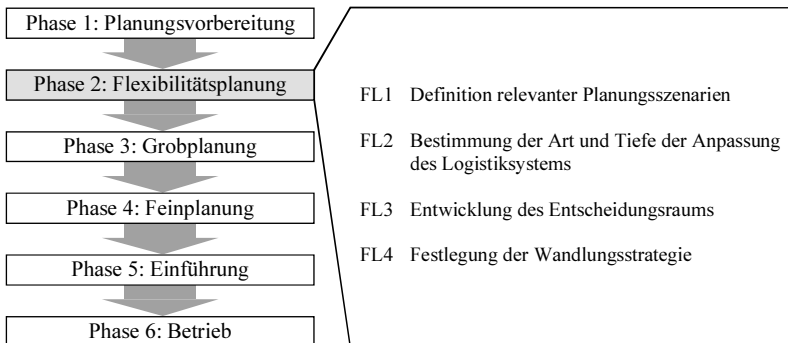


Bild 5-12: Aktivitäten der Planungsphase 2 - Flexibilitätsplanung

5.3.2 Aktivitäten der Planungsphase 2

- **FL1: Definition relevanter Planungsszenarien**

Ziel dieser Planungsaktivität ist die Ermittlung der für die folgende Planung, aber auch für die gesamte langfristige Entwicklung des Logistiksystems relevanten Planungsszenarien. Die Szenarien stellen dabei eine Dimension des Entscheidungsraums dar (vgl. FL3). Sie diskretisieren die zeitliche Entwicklung und beschränken dadurch die Größe des Lösungsraums. Die Erarbeitung von Lösungen für jede potenzielle Umweltveränderung, wie sie in der Definition des Entscheidungsraums (vgl. Kapitel 5.1) gefordert wird, ist nicht sinnvoll. Die hauptsächlichsten Gründe sind der extrem hohe Aufwand zur Entwicklung der Lösungen und die mangelnde Vorhersehbarkeit der Ereignisse. Im Sinne einer optimalen Nutzung des Verhältnisses zwischen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit (vgl. Kapitel 2.2.4) ist von einer generellen Vorausplanung abzusehen.

Bei den zu definierenden Szenarien handelt es sich um Situationsszenarien, d.h. die Darstellung eines Zukunftsbildes zu einem bestimmten Zeitpunkt. Charakteristisch für Situationsszenarien ist, dass die Migration von der Gegenwart in die Zukunft nicht beschrieben wird [GAUSEMEIER U.A. 1996, S. 109]. Die Szenarien stellen meist keine Alternativszenarien sondern mögliche Zwischenstufen in der Entwicklung des Logistiksystems dar (vgl. Kapitel 4.1.5). Damit erfüllen die Szenarien eine grundlegende Orientierungsfunktion [FINK U.A. 1998, S. 35], indem die langfristige Ausrichtung des Logistiksystems transparent wird.

Die inhaltlichen Kriterien für die Beschreibung der Szenarien lassen sich aus den drei Grundelementen des Ziel- bzw. Kennzahlensystems des Logistiksystems ableiten (vgl. Kapitel 4.1.3 bzw. P5):

- Charakterisierung der Kenngrößen der Logistikkosten und Logistikleistung
- Spezifikation des zu erstellenden Erzeugnisses, v.a. Variantenvielfalt
- Beschreibung der notwendigen Mengenleistung

Um Vorgabewerte für diese Kriterien zu bestimmten Zeitpunkten definieren zu können, werden im ersten Schritt (FL1a) der Szenarienbildung die im Rahmen der Planungsvorbereitung ermittelten Daten und Entwicklungen der geforderten Logistikleistung und der Absatzmärkte ausgewertet. Dabei wird analysiert, zu welchen Zeitpunkten im Produktlebenszyklus mindestens eines der drei Kriterien einer gravierenden Veränderung unterliegt und großen Einfluss auf das Logistiksystem hat. Entscheidend ist, dass die Szenarienbildung ebenso wie die spätere

5 Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

Anpassung des Logistiksystems im Betrieb nicht auf Veränderungen der system-externen Determinanten sondern auf den durch diese Veränderungen hervorgerufenen Auswirkungen im System basiert. Für diesen Zeitpunkt wird ein Szenario festgelegt und die genannten Kenngrößen prognostiziert (Bild 5-13).

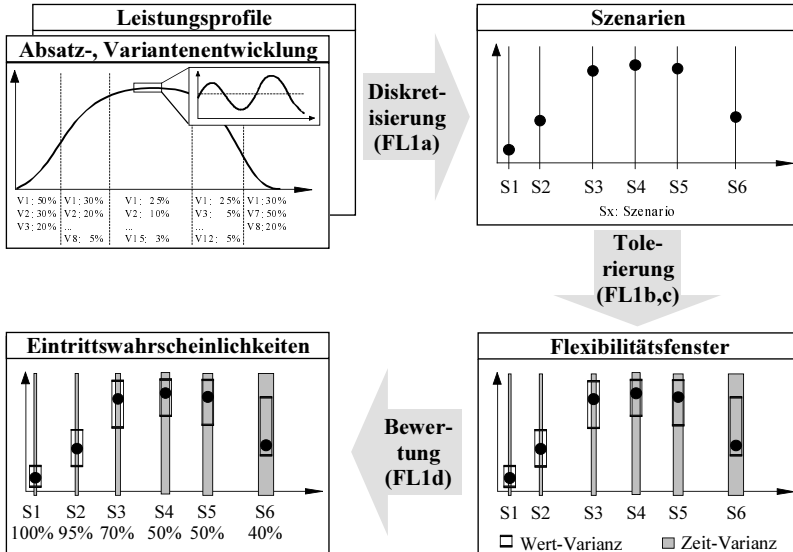


Bild 5-13: Vorgehensweise zur Ermittlung der relevanten Planungsszenarien

Da die Prognose einer gewissen Unsicherheit und Ungenauigkeit unterliegt, werden im zweiten Schritt (FL1b) jeder Kenngröße Freiheitsgrade zugeordnet, in denen das Szenario als erfüllt gilt. Diese Toleranzen beziehen sich zunächst auf eine vertikale, wertbezogene Varianz der Kenngrößen und werden deshalb im dritten Schritt (FL1c) durch eine horizontale, zeitbezogene Varianz ergänzt. Die Zeittoleranz bildet dabei den frühest und spätest möglichen Zeitpunkt des Eintritts des Szenarios ab. Aus diesen beiden Varianzen ergibt sich für jedes Szenario ein Flexibilitätsfenster, das die Eintrittswahrscheinlichkeit steigert. Zu beachten ist, dass die Toleranzen nicht zu groß gewählt werden, da auf diese Weise eine „Pseudo-Sicherheit“ erreicht wird. Im vierten Schritt wird jedes Szenario durch die erwartete Eintrittswahrscheinlichkeit charakterisiert (FL1d).

Das Ergebnis der Aktivität FL1 sind definierte Zukunftsszenarien, welche die Basis der langfristigen, flexiblen Entwicklung des Logistiksystems und damit die Grundlage der folgenden Planungsschritte bilden. Entscheidend dabei ist die Charakterisierung jedes Szenarios durch ein vollständiges Zielsystem und die wert- bzw. zeitbezogenen Freiheitsgrade der Szenarien (Flexibilitätsfenster) sowie die mit den Szenarien verbundenen Eintrittswahrscheinlichkeiten.

- **FL2: Bestimmung der Art und Tiefe der Anpassung des Logistiksystems**

Im Zentrum dieses Planungsschritts steht die Entwicklung grundsätzlicher Vorschläge zur Gestaltung der Übergänge zwischen den definierten Szenarien, d.h. die Beschreibung der Migration und der Prozessszenarien. Unter einem Prozessszenario wird die Darstellung eines Entwicklungspfades aus der Gegenwart in die Zukunft verstanden [GAUSEMEIER U.A. 1996, S. 109]. Die Grundlage für die Migration bilden die in Kapitel 4.2 entwickelten Anpassungsstrategien. Dementsprechend werden alle Übergänge zwischen den Szenarien hinsichtlich der Kriterien „Intensität der Änderung“, „Prognosegüte“, „Zeitdauer des Übergangs (Anpassungsgeschwindigkeit)“ und „Reversibilität der Änderungen“ bewertet. Durch einen Mustervergleich der für die Übergänge ermittelten Ausprägungen der Kriterien mit den Referenzmustern der Bewertungsmatrix (vgl. Kapitel 4.2.7) charakterisierten Eigenschaften werden die geeigneten Strategien ausgewählt und damit die Art und Tiefe der Anpassung festgelegt.

Entscheidend bei der Gestaltung der Prozessszenarien ist die Berücksichtigung zweier Thesen. Die erste These besagt, dass kein direkter Übergang der Szenarien erreicht werden muss. Sind Übergänge nicht in einem Schritt realisierbar, weil z.B. die Übergangszeit zu lange ist, ist die Einführung von Zwischenszenarien möglich. Die zweite These besagt, dass bei der langfristigen Entwicklung eines Logistiksystems im turbulenten Umfeld Strukturbrüche auftreten können. Das bedeutet, dass z.B. bei einem grundsätzlichen Wandel des Umfelds, keine kontinuierliche Weiterentwicklung des Logistiksystems angestrebt wird. Vielmehr wird ein prinzipieller Neuaufbau des Systems durchgeführt.

Das Ergebnis des Planungsschrittes FL2 ist die Definition der Prozessszenarien, d.h. die Beschreibung der Art und Tiefe der Anpassung beim Übergang zwischen den Planungsszenarien auf Basis der fünf möglichen Strategieklassen (vgl. Kapitel 4.2). Entscheidend ist, dass im Rahmen der Migration Zwischenschritte eingefügt werden können und auch Strukturbrüche möglich sind.

• FL3: Entwicklung des Entscheidungsraums

Basierend auf der Definition der Planungsszenarien und der grundsätzlichen Charakterisierung der Übergänge kann der Entscheidungsraum entwickelt werden. Der Raum wird aufgespannt von den Kriterien Zeit und Anzahl Lösungsvarianten. Wie bereits erläutert wurde, wird der Aspekt der Zeit nicht kontinuierlich abgebildet, sondern diskret in Form relevanter Planungsszenarien (vgl. FL1). Die zweite Dimension wird durch die möglichen Alternativlösungen der Wertschöpfungskette für ein Planungsszenario gebildet.

Jede Lösung wird dabei durch die eindeutige Zuordnung der Funktions- und Leistungsumfänge zu den Wertschöpfungsstufen, die sowohl in den einzelnen Stufen als auch im Gesamt-Logistiksystem erreichbaren Zielkriterien und die realisierbaren Freiheitsgrade beschrieben (Bild 5-14). Weiterhin wird jede Alternative durch den sogenannten Gütegrad charakterisiert. Dieser Wert bestimmt sich aus dem Verhältnis der erreichbaren Ist-Kennwerte zu den Soll-Kennwerten und ist ein Maß für die auftretenden Differenzen. Darüber hinaus wird auch beschrieben, ob eine unternehmensinterne oder -externe Positionierung der Wertschöpfungsstufen angestrebt wird. Die Basis für diese Entscheidung bildet die Berücksichtigung der in P7 aufgestellten strategischen Ziele, die Orientierung an den Kernkompetenzen des Unternehmens sowie die Beachtung der strategischen Bedeutung der zu erstellenden Leistung bzw. der Art der Bindung möglicher Lieferanten (vgl. Kapitel 4.1.3 bzw. Bild 4-3). Der Hauptinhalt der Planungsaktivität besteht damit in der Dekomposition des Funktionsumfangs des Gesamt-Logistiksystems in einzelne, grobe Funktionsumfänge der Wertschöpfungsstufen. Unter Berücksichtigung bestehender Organisationsstrukturen des Unternehmens werden diese Aufgabenpakete autonomen, eigenständigen Organisationseinheiten zugeordnet und auf diese Weise das Logistiksystem unter Verwendung des in Kapitel 4.1 entwickelten Bausteins modelliert.

Prinzipiell ist neben der beschriebenen Methode zur Entwicklung des Entscheidungsraums noch eine zweite Vorgehensweise denkbar, bei der als Methode zur Lösungsfindung die Morphologie eingesetzt wird. Das Betrachtungsobjekt bildet dabei nicht die gesamte Logistikkette sondern die Wertschöpfungsstufe. Basierend auf der grundsätzlichen Realisierung von Wertschöpfungsstufen werden alternative Ausprägungen definiert und in einem morphologischen Kasten zusammengefasst. Die Alternativen beziehen sich dabei u.a. auf unterschiedliche Funktionsumfänge oder differenzierte Logistikkosten und -leistungen. Der Entscheidungsraum wird somit einerseits von den Wertschöpfungsstufen und ande-

rerseits von den Varianten der Ausprägungen aufgespannt. Aus dieser Vielfalt kann durch Kombination der spezifischen Teillösungen einzelner Wertschöpfungsstufen eine mögliche Lösung für jedes Szenario ausgewählt werden.

Das Ergebnis der Planungstätigkeit FL3 wird durch den Entscheidungsraum beschrieben. Dieser Raum fasst alternative Lösungsmöglichkeiten zur Gestaltung der Wertschöpfungskette auf Basis der definierten Planungsszenarien zusammen. Damit spiegelt er die langfristige Entwicklung des Logistiksystems und das zu jedem Zeitpunkt vorhandene Flexibilitätspotenzial wieder. Der Planer erhält hierbei umfangreiches Wissen über die Grenzen, den Aufbau und die Komplexität des Logistiksystems sowie die Ausprägungen der Wertschöpfungsstufen.

		Planungsszenarien				
		S1	S2	S3	...	
Lösungsalternativen	A1				Leistungsblatt (S3/A1) Leistung xx Stck/Tag ± x % Durchlaufzeit yy Tage ± y Tage Gesamtauslastung zz % ± z % Logistikkosten tt DM ± t DM Lieferfähigkeit uu % ± u % Lieferzeit vv Tage ± v Tage Liefertreue ww % ± w % Lieferflexibilität xx % ± x % Lieferqualität yy % ± y % Informationsbereitschaft zz % ± z % Gütegrad gg %	
	A2					
	A3					
	...					

Legende: Wertschöpfungsstufe
 angepasste Wertschöpfungsstufe

Bild 5-14: Darstellung des Entscheidungsraums

• **FL4: Festlegung der Wandlungsstrategie**

Aufgabe der Planungstätigkeit FL4 ist die Kombination der geeignetsten Lösungen des Entscheidungsraums zu einem langfristigen Flexibilitätskonzept und die Festlegung der Wandlungsstrategie. Die grundlegende Frage, die sich bei dieser Aufgabe stellt, ist, ob es sich bei der Auswahl der Lösungen um ein ein- oder mehrstufiges Entscheidungsproblem handelt.

Betrachtet man die Aufgabe als mehrstufiges Entscheidungsproblem und versucht, für den prognostizierten Produktlebenszyklus eine Wandlungsstrategie zu

5 Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

definieren, entstehen zwei Probleme. Zum einen wird durch die vollständige Enumeration aller Lösungsfolgen ein enormer Aufwand zur Bewertung der Alternativen generiert. Zum anderen ist die Sicherheit und Relevanz der Lösungsfolgen aufgrund der Umfeldturbulenz fraglich. Der Vorteil der Vorgehensweise besteht in der ganzheitlichen Entwicklung des Logistiksystems.

Eine einstufige Betrachtung des Problems bedeutet demgegenüber die stufenweise Auswahl einer Lösung für das nächste, zu realisierende Szenario. Auf diese Weise ist es möglich, die spezifischen Umfeldeinflüsse und die Turbulenz der Parameter zu berücksichtigen. Problematisch ist aber die Vernachlässigung der Beziehungen zwischen den Planungsszenarien sowie die zeit-punktueller Optimierung des Logistiksystems, die zu häufigen Strukturbrüchen führen kann.

Eine Auswahl eines Entscheidungsverfahrens ist nicht eindeutig möglich und muss fallspezifisch getroffen werden. Bei extremer Unsicherheit über die Entwicklung der Systemumwelt wird die einstufige Betrachtung des Problems empfohlen. Kann dagegen die Umwelt in den wesentlichen Determinanten, z.B. Mengenentwicklung und Veränderung der geforderten Logistikleistung, als stabil angenommen werden, ist die mehrstufige Betrachtung sinnvoll. Zwischen diesen beiden Extrema ist eine Vielzahl von Zwischenlösungen denkbar, die sich über die Anzahl der berücksichtigten Folgeszenarien bestimmen. In den meisten Fällen wird eine Entwicklung der Wandlungsstrategie für ein bis zwei Szenarien die vernünftigste Lösung mit dem besten Aufwand-Nutzen-Verhältnis darstellen.

Als Entscheidungsunterstützung kann das entwickelte Gesamt-Turbulenzportfolio herangezogen werden. Betrachtet man die kritischsten Determinanten (Größen mit dem höchsten Einfluss auf das Logistiksystem) so kann in Abhängigkeit der Bereichszuordnung im Portfolio die Unsicherheit abgeschätzt und ein Entscheidungsverfahren ausgewählt werden. Ein Vorschlag für die Auswahl des Entscheidungsverfahrens ist in Bild 5-15 dargestellt.

Klassifizierung der Einflussgrößen im Gesamt-Turbulenzportfolio	Betrachtungsumfang der nachfolgenden Planung
Bereich I – II	aktuelles Szenario + alle Folgeszenarien
Bereich III – IV	aktuelles Szenario + 1-2 Folgeszenarien
Bereich V	aktuelles Szenario

Bild 5-15: Auswahl des Entscheidungsverfahrens

Die Auswahl aus den alternativen Lösungen des Entscheidungsraums basiert schließlich auf einer Bewertung und Gegenüberstellung der möglichen Lösungsfolgen. Wesentliche Kriterien sind die erreichbare Güte der Erfüllung der vorgegebenen Zielanforderungen, die Entwicklung der Kennzahlen der Logistikkosten und -leistung, der entstehende Realisierungsaufwand, die notwendigen Investitionen sowie die benötigte Umsetzungszeit. Als Ergebnis einer Nutzwertanalyse [HEINEN 1991, S. 943] basierend auf diesen Kriterien sowie der Berücksichtigung der nicht quantifizierbaren Größen, z.B. der strategischen Ziele, wird eine Lösungsfolge ausgewählt bzw. eine Wandlungsstrategie definiert.

5.4 Phase 3: Grobplanung

5.4.1 Zielsetzung

Mit Beginn der Phase 3, Grobplanung, erfolgt ein Wechsel des Planungsobjekts von der gesamten Wertschöpfungskette zur Wertschöpfungsstufe. Dementsprechend sind alle im Folgenden beschriebenen Tätigkeiten jeweils für jeden einzelnen Logistikbaustein durchzuführen. Die wesentlichen Aufgaben dieser Phase liegen in der Gestaltung der strategischen und strukturellen Ebene der Logistikbausteine (Bild 5-16).

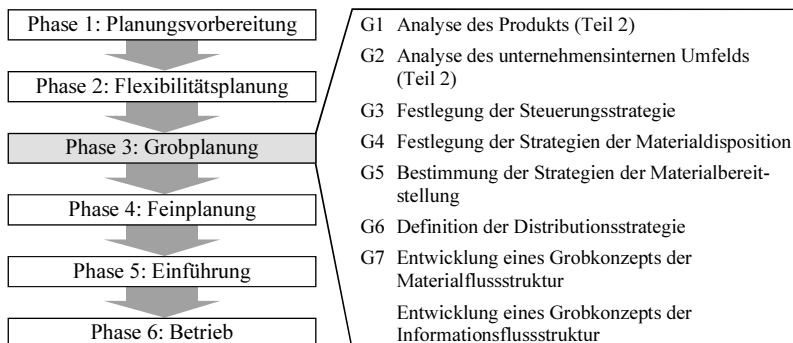


Bild 5-16: Aktivitäten der Planungsphase 3 - Grobplanung

Dabei wird grundlegend die Beziehung zwischen den Bausteinen determiniert, aber auch die Basis für die bausteininternen Abläufe geschaffen. Im ersten Schritt der Planung erfolgt dazu der zweite Teil der Analysen bezüglich des Produkts und einiger unternehmensinterner Einflussgrößen. Damit wird das Konzept der flexiblen Planung, das die hierarchische Erfassung der benötigten Daten zum Nutzungszeitpunkt vorsieht, weiterhin konsequent verfolgt. Aufbauend auf diesen Informationen werden die vier strategischen Gestaltungselemente geplant, die wiederum die Basis für die Entwicklung der Grobstrukturen der Material- und Informationsflüsse auf struktureller Ebene darstellen.

5.4.2 Aktivitäten der Planungsphase 3

- **G1: Analyse des Produkts (Teil 2)**

Über die grundlegende Analyse des Produkts hinsichtlich Produktstruktur und der wesentlichen Anforderungen an die Logistik hinaus (vgl. P1), ist v.a. zur Festlegung der Dispositionsstrategien eine detaillierte Betrachtung der Einzelteile des Produkts notwendig. Eine Analyse der Bauteileigenschaften, z.B. Empfindlichkeit der Teile, und eine Klassifizierung der Bauteile nach ihrem Wert wurde in P1 bereits durchgeführt. Nicht möglich war zu diesem Zeitpunkt aber die Strukturierung des Artikelspektrums auf Basis des Verbrauchscharakters, da die Analyse des Mengengerüsts Inhalt der Tätigkeit P3 ist.

Zur Klassifizierung des Teilespektrums nach dem Verbrauchscharakter wird als Methode die XYZ-Analyse angewandt [BICHLER & SCHRÖTER 1995, S. 25; WIENDAHL 1989, S. 299]. Dazu ist es notwendig, die in P3 ermittelten Sichten auf die Absatzstückzahlen, die segmentorientierte Darstellung und die aggregierte Absatzkurve, um eine teilebezogene Absatzkurve, d.h. die Darstellung der Sekundärbedarfe, zu ergänzen (Bild 5-17). Wichtig ist wiederum die Abbildung der zeitlichen Entwicklung der Stückzahlen. Um den Aufwand dabei gering zu halten, werden keine kontinuierlichen sondern nur diskretisierte Absatzkurven auf Basis der in FL1 ermittelten Szenarien aufgestellt. Im letzten Schritt wird durch eine Zusammenführung der Ergebnisse der ABC- und der XYZ-Analyse die Basis für die Zuordnung der Dispositionsstrategien geschaffen (vgl. G4). Entscheidend dabei ist, dass für jede Phase des Gesamt-Produktlebenszyklus u.U. eine andere Klassifizierung der Bauteile möglich ist. Der Grund dafür liegt in den eventuell zeitversetzt verlaufenden segmentspezifischen Absatzkurven, so dass einzelne Bauteile ihren Verbrauchscharakter ändern können.

Daneben sind weitere Analysen zur Ermittlung der logistischen Eigenschaften denkbar. Beispiele sind die Durchführung einer Kubus-Analyse, die auf Basis einer mehrfachen Clusteranalyse Teile mit vergleichbarem logistischen Verhalten zusammenfasst [AUPPERLE U.A. 1995, S. 47FF.; WARNECKE 1996, S. 165FF.]. Weitere Analysen können die Wiederbeschaffungszeit oder die Höchst- und Mindestbestände zum Inhalt haben [WILDEMANN 1988B, S. 35FF.].

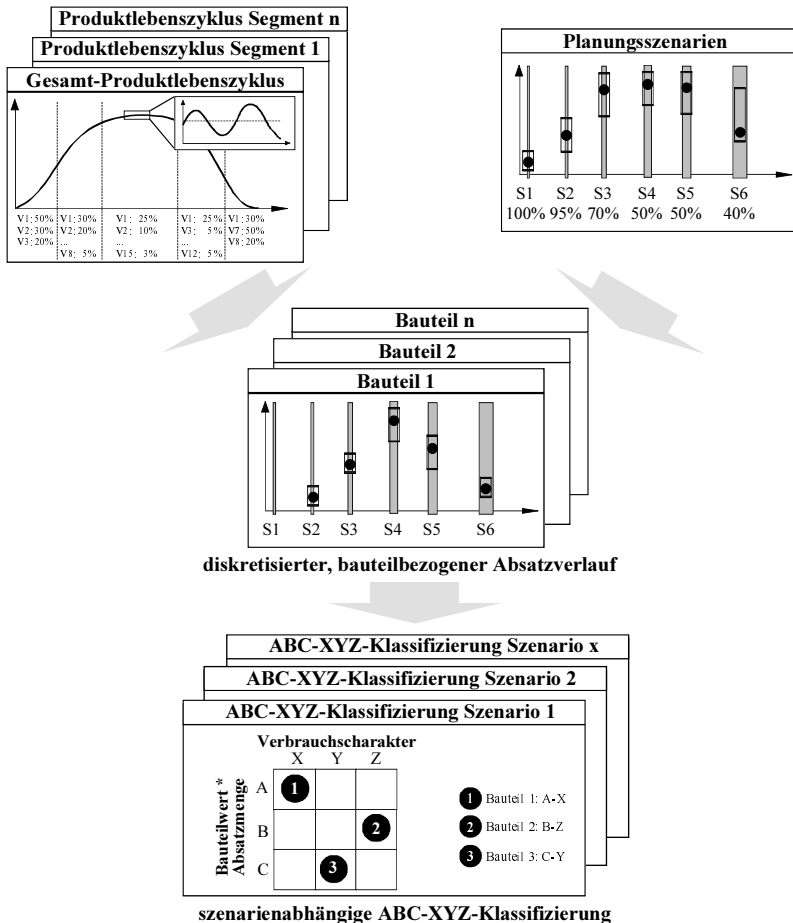


Bild 5-17: Ermittlung der bauteilbezogenen Absatzkurven und der szenarienabhängigen ABC-XYZ-Klassifizierungen

Als Ergebnis der Planungsaktivität G1 erhält man einerseits die bauteil- bzw. baugruppenbezogenen, diskretisierten Absatzkurven und andererseits als Ergebnis der ABC-XYZ-Analyse die szenarienabhängige Klassifizierung der Bauteile.

- **G2: Analyse des unternehmensinternen Umfelds (Teil 2)**

Von entscheidender Relevanz für die Gestaltung einer Wertschöpfungsstufe ist ein umfassendes Wissen über die bestehenden Umsysteme. Aus diesem Grund ist die generelle Analyse des unternehmensinternen Umfelds (vgl. P4) durch weitere, in der Regel prozessspezifische Analysen zu ergänzen. Die wichtigsten Analyse Kriterien sind die Art und Ausführung (z.B. Automatisierungsgrad) der Produktionsprozesse, die Prozesszeiten sowie die Anforderungen an die Bereitstellung der Bauteile (z.B. Anlieferzustand der Bauteile, Genauigkeit der Bereitstellung). Bei den Analyseergebnissen ist darauf zu achten, nicht nur einen statischen Betriebspunkt zu charakterisieren, sondern das vorhandene Flexibilitätspotenzial der Umsysteme zu beschreiben.

Das Ergebnis des Planungsschrittes G2 sind spezifische Anforderungen der Umsysteme an einen Logistikbaustein und die Ermittlung der in der Zwischenzeit festgelegten Flexibilitätspotenziale der Umsysteme.

- **G3: Definition der Steuerungsstrategie**

Die erste und gleichermaßen zentrale Aufgabe der strategischen Gestaltung des Logistikbausteins stellt die Definition der Steuerungsstrategie dar. Durch die Strategie wird die Veranlassungslogik zur Einsteuerung von Aufträgen determiniert. Der Spielraum der Strategien erstreckt sich dabei von einer Auftragsterminierung bis hin zur Prozesssteuerung [ZÜLCH 1989, S. 59]. Wesentlichen Einfluss auf die Festlegung der Strategie hat der Grad an Autonomie, den die Wertschöpfungsstufe aufweist. Dieser Grad bestimmt den Handlungs- und Entscheidungsfreiraum, der dem Bereich zur Durchführung der Aufgaben der Leistungserstellung und zur Erfüllung der logistischen Zielsetzungen zur Verfügung steht [ANSORGE 2001, S. 47; ZÜLCH 1990, S. 155].

Im Rahmen der Auswahl der Steuerungsstrategien für wandlungsfähige Logistiksysteme ist das entscheidende Kriterium die Erfüllung der Zielgrößen inklusive der festgelegten Flexibilitätswindster. Zur Umsetzung dieser Flexibilität bedarf es definierter Freiheitsgrade in verschiedenen Dimensionen. Als methodische Unterstützung zur Auswahl der Steuerungsstrategie kann einerseits der strate-

gische Steuerungsraum von ZÜLCH [1989, S. 61 BZW. 1990, S. 167FF.] dienen, der die Freiheitsgrade der Strategien hinsichtlich der Kriterien Auftragsgröße, Reihenfolge und Veranlassungslogik bewertet. Andererseits ist die Verwendung des Konzepts einer wandlungsfähigen Auftragsabwicklung auf Basis von Planungsfreiräumen von ANSORGE [2001, S. 55FF.] einsetzbar, welches im Prinzip die Erweiterung des Steuerungsraums darstellt. Die Größe der Freiräume ist stark abhängig von der Dynamik der Einflussgrößen, dem Spezialisierungsgrad der Aufgabenerfüllung und dem Flexibilitätsfenster der logistischen Zielgrößen [ANSORGE 2001, S. 69FF.; MAßBERG 1998, S. 100; SCHÖNSLEBEN 1998, S. 23].

• G4: Festlegung der Strategien der Materialdisposition

Ziel der Planungstätigkeit G4 ist die einzelteilbezogene Definition der Strategien der Materialdisposition. Festzulegen sind einerseits die Verfahren der Bedarfsermittlung (auftrags-, programm- und verbrauchsgesteuerten Dispositionsverfahren) und andererseits die Verfahren der Materialbeschaffung. Hierzu zählen das Bereitstell-, das Bestellrhythmus- und das Bestellpunktverfahren. Entscheidend im Rahmen der Diskussion wandlungsfähiger Logistiksysteme ist die Sensibilität der gewählten Strategien gegenüber Veränderungen v.a. der Bedarfsmenge und -varianz. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Auswirkungen auf Basis einer Sensibilitätsanalyse zu ermitteln. Als Ergebnis werden für verschiedene Einflussgrößen Flexibilitäts Grenzen festgelegt (Bild 5-18). Werden diese Grenzen überschritten, ist im Betrieb eine Anpassung der Dispositionsstrategien erforderlich. Dies kann eine Neuberechnung der Parameter, aber auch einen Wechsel der Strategie bedeuten.

Für die Zuordnung von Bauteilen zu den Strategien der Materialdisposition existieren in der Literatur vielfältige Ansätze. Eine der gängigsten Methoden, die auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit gewählt wird, ist die Festlegung der Strategien auf Basis der ABC-XYZ-Analyse (vgl. G1). Darüber hinaus kann die Zuordnung der Strategien durch einen Kostenvergleich oder kennzahlengestützte Methoden erfolgen. Die Methoden sind ausführlich beschrieben, z.B. bei HEINEN [1991, S. 498FF.], WARNECKE [1996, S. 166FF.], WEBER [1996, S. 43FF.], WIENDAHL [1989, S. 299] und WILDEMANN [1997, S. 79FF.]. Eine Methode zur kombinierten Auswahl von Dispositions- und Materialbereitstellungsstrategien hat KÖHLER [1996, S. 119FF.] entwickelt, die eine Zusammenfassung der Tätigkeiten G4 und G5 ermöglicht.

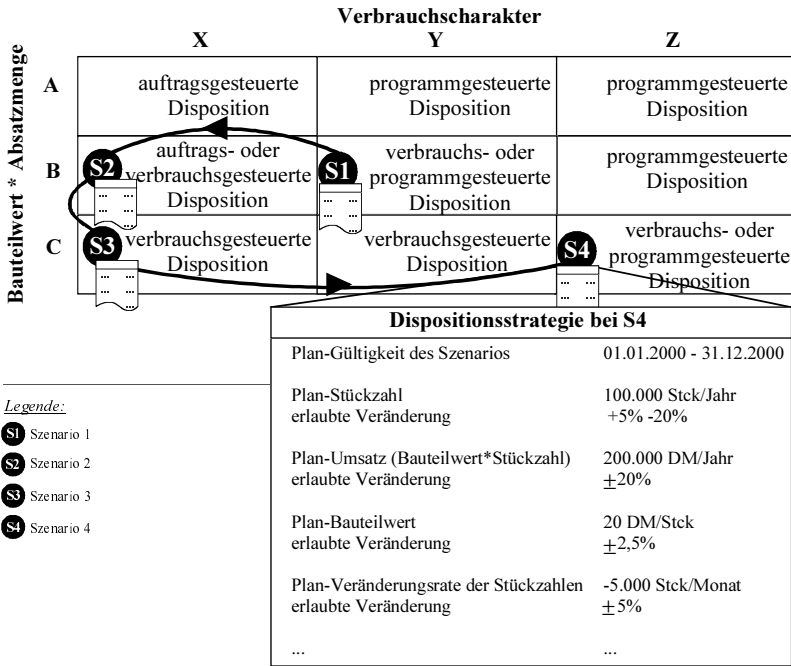


Bild 5-18: Szenarienabhängige Auswahl der Dispositionsstrategie mit Zuordnung der erlaubten Freiheitsgrade am Beispiel eines Bauteils

Das Ergebnis der Planungsaktivität G4 ist die szenarienabhängige, bauteilbezogene Bestimmung der Strategien der Materialdisposition zur Bedarfsermittlung und zur Materialbeschaffung auf Basis einer ABC-XYZ-Analyse. Ergänzend wird für jedes Teil die Sensibilität der Dispositionsstrategie gegenüber einzelnen prognostizierbaren Umfeldveränderungen ermittelt und in Form von Flexibilitätsbereichen ausgewiesen.

• **G5: Bestimmung der Strategien der Materialbereitstellung**

Die Definition der Strategien der Materialbereitstellung ist maßgeblich von der Charakteristik der handzuhabenden Bauteile und der Organisationsform der Umssysteme abhängig [BULLINGER & LUNG 1996, S. 248]. Mögliche Strategien reichen von verschiedenen Formen der Auftragskommissionierung über die periodische Bereitstellung bis hin zu verbrauchsorientierten Strategien.

Zur Auswahl der geeigneten Strategien werden die Bewertungs- und Entscheidungstabellen nach BULLINGER & LUNG [1996, S. 247ff.] herangezogen (Bild 5-19). Die wesentlichen Kriterien bei einem turbulenten Umfeld sind dabei die Stabilität gegenüber Veränderungen des Verbrauchscharakters, der Wiederbeschaffungszeit sowie Häufigkeit der konstruktiven Veränderung der Teile (vgl. P1: Beschreibung der Stabilität und Spezifität der Teile). Um die erforderliche Flexibilität in den Strategien abbilden zu können, ist es u.U. notwendig, mehrere Ausprägungen der Bereitstellstrategie vorzusehen, so dass zu allen Zeitpunkten des Szenarios eine effiziente Bereitstellung möglich ist [MERTINS U.A. 1996, S. 543]. Die teilebezogene Definition der Materialbereitstellstrategie sowie die Charakterisierung der Stabilität der Strategien bilden das Ergebnis der Aktivität.

		Zusammengefasste Auftragskommissionierung	Gesamtauftragskommissionierung	Teilauftragskommissionierung	Einzelkommissionierung	Zielsteuerung (JIT)	Periodische Bereitstellung	Kanban	Mehrbehältersystem	Handlager
Teilwert	teuer	X	X	X	X	X	X	X	-	-
	mittel	(X)	X	X	X	(X)	X	X	(X)	-
	billig	-	-	-	-	-	X	-	X	X
Teilevolumen	groß	-			X	X			(X)	-
	mittel	(X)			(X)	(X)			X	-
	gering	X			-	-			X	X
Teilegewicht	groß	(X)							(X)	-
	mittel	X							X	-
	gering	X							X	X
Schutzbedürftigkeit	groß	X	X	X	X	X		-	-	-
	klein	-	-	-	-	(X)		X	X	X
Verwechslungsgefahr	groß	-	X	X	X	X				-
	klein	X	-	-	-	(X)				(X)
Verbrauchscharakter	gleichmäßig	X	(X)	(X)	-	(X)	X	X	X	X
	schwankend	(X)	X	X	X	X	(X)	(X)	(X)	X
	sporadisch	-	X	X	X	X	-	-	-	-
Wiederbeschaffungszeit	groß	-				-	X	-	-	-
	mittel	-				(X)	(X)	-	(X)	-
	gering	X				X	-	X	X	X
Änderungshäufigkeit	hoch	-					-	-	-	-
	gering	X					X	X	X	X

Legende: Kriterium relevant Kriterium nicht sinnvoll
 Kriterium bedingt relevant Kriterium nicht relevant

Bild 5-19: Entscheidungstabelle für die Auswahl von Materialbereitstellstrategien [BULLINGER & LUNG 1996, S. 247]

- **G6: Definition der Distributionsstrategie**

Die Planung der Distributionsstrategie und -struktur stellt im Rahmen der Gestaltung eines Logistikbausteins ein relativ einfaches Problem dar. Dies ist begründet im prinzipiellen Wissen um die Nachfrager bzw. Kunden, die durch die nachfolgenden Logistikbausteine repräsentiert sind. Darüber hinaus ist für definierte Szenarien die Nachfrage und damit die langfristige Nachfrageveränderung sowie die erforderliche Logistikleistung und deren Veränderung bekannt. Unter Berücksichtigung dieses Wissens und der strategischen Planung, welche die zukünftige Entwicklung beschreibt, ist zu entscheiden, ob eher eine zur Produktion des Kundens synchrone Erfüllung der Logistikleistung oder eine auf Sicherheit bedachte Strategie mittels eines Distributionslagers angestrebt wird. Grundlage für die Entscheidung sind im Wesentlichen die entstehenden Kosten, die durch das Konzept realisierbare Flexibilität, die dem Flexibilitätsbedarf der Logistikleistung und -kosten des Szenarios entsprechen muss, sowie das strategische Potenzial der Strategie hinsichtlich zukünftiger Zustände.

- **G7: Entwicklung eines Grobkonzepts der Materialflussstruktur**

Die Aufgabe der Tätigkeit G7 besteht in der Realisierung des physischen Materialflusses im Logistikbaustein und der Auslegung der Schnittstellen zu den angrenzenden Bausteinen. Die Struktur des Materialflusses ist im Wesentlichen abhängig von der gewählten Organisation des Bereichs. Wie bereits erläutert wurde (vgl. Kapitel 4.1.4), ist dabei innerhalb eines Bausteins eine weitergehende Untergliederung in Sub-Einheiten möglich.

Ziel der Planungstätigkeit ist im ersten Schritt die Erfassung der auftretenden Materialflüsse nach Art und Intensität. Dazu können bestehende Analysemethoden z.B. auf Basis von Materialflussbögen, Von-Zu-Diagrammen, Sankey-Diagrammen oder Transportmatrizen genutzt werden [BICHLER & SCHRÖTER 1995, S. 47FF.; BULLINGER & LUNG 1994, S. 227FF.; SCHULTE 1995, S. 188FF.]. Aufbauend auf diesen Ergebnissen erfolgt im zweiten Schritt die Grobstrukturierung der Materialflüsse sowie die prinzipielle Definition von Lager- und Pufferstufen. Abgeschlossen wird die Tätigkeit von einer Abschätzung des benötigten Flächenbedarfs, gegliedert in Flächen für Fördertechnik, Lager- und Pufferflächen sowie Bereitstellzonen. Bei allen drei Teilschritten ist stets die flexible Weiterentwicklung und die Dynamik der ermittelten Struktur zu berücksichtigen.

Das Ergebnis der Tätigkeit G7 ist die Entwicklung der Grobstruktur des Materialflusses. Dabei bezieht sich die Gestaltung in Abhängigkeit von der Ausprägung des autonomen Bereichs auf den Materialfluss erster bis dritter Ordnung. Die Planung des Materialflusses vierter Ordnung, d.h. der Bereitstellvorgänge innerhalb eines Produktionssystems, ist nicht Aufgabe der Logistikplanung.

- **G8: Entwicklung eines Grobkonzepts der Informationsflussstruktur**

Diese Planungsaktivität beschäftigt sich mit der Ermittlung des Informationsbedarfs und des Informationsaufkommens im Logistikkaubstein bzw. an den Schnittstellen zur Logistikkette. Auf dieser Basis wird die grundlegende Struktur des Informationsflussnetzes entwickelt [JÜNEMANN & BEYER 1998, S. 38FF.]. Den ersten Schritt bildet die Ermittlung des Informationsbedarfs. Dazu wird analysiert, welche Art von Informationen in welcher Form zu welchen Zeitpunkten benötigt werden. Entscheidend für die Realisierung hoher Reaktionsgeschwindigkeiten ist die Festlegung der zeitlichen Randbedingungen zur Weitergabe und Aktualisierung von Informationen. Dazu wird im zweiten Schritt definiert, welche Quellen-Senken-Beziehungen bestehen und welcher Änderungsintensität die übermittelten Informationen der Beziehungen unterliegen. Basierend auf diesen Grundlagen wird im dritten Schritt die Struktur der Informationsflüsse entwickelt. Dabei können direkte Verbindungen zwischen den Quellen und Senken, aber auch die Einrichtung von Informationsknotenpunkten sowie Verzweigungen von Informationsflüssen vorgesehen werden. Zu beachten ist aber das Ziel einer hohen Strukturvariabilität. Aufgrund der Umfeldturbulenz können sich die Quellen-Senken-Beziehungen, aber auch die Menge und Art der Informationen verändern und eine Umgestaltung der Struktur erfordern.

Das Ergebnis ist die szenarienabhängige Darstellung der Grobstruktur der Informationsflüsse im Logistikkaubstein und an den Schnittstellen, die erkennen lässt, welche Quellen-Senken-Beziehungen bestehen, welche Art und Menge an Informationen ausgetauscht wird und welche Knotenpunkte, etc. vorgesehen sind.

5.5 Phase 4: Feinplanung

5.5.1 Zielsetzung

Die Planungsphase 4, Feinplanung, verfolgt zwei Ziele. Zum einen erfolgt die Detaillierung der in Phase 3 entwickelten Grobstrukturen. Betroffen sind hiervon v.a. die Material- und Informationsflüsse. Zum anderen werden in dieser Phase die Strategien in operative Systemelemente umgesetzt sowie die notwendigen Einrichtungen und technischen Komponenten geplant. Dabei werden zuerst die Anliefercharakteristik und die Anlieferzustände der einzelnen Bauteile festgelegt (Bild 5-20). Aufbauend auf diesen Informationen ist es möglich, sowohl die technischen Systeme der Förder- und Lagertechnik zu planen als auch die organisatorischen Rahmenbedingungen der operativen Durchführung zu detaillieren. Abgeschlossen wird die Planungsphase mit der Zusammenführung der geplanten Wertschöpfungsstufen zur gesamten Logistikkette, wobei eine Überprüfung der realisierbaren Werte der Zielgrößen durchgeführt wird (vgl. Kapitel 4.1.4).

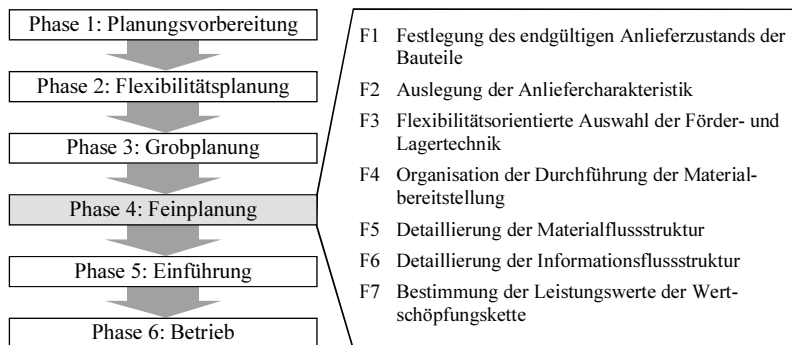


Bild 5-20: Aktivitäten der Planungsphase 4 - Feinplanung

5.5.2 Aktivitäten der Planungsphase

- **F1: Festlegung des endgültigen Anlieferzustands der Bauteile**

Basierend einerseits auf den definierten Bereitstellstrategien und andererseits auf den detaillierten Anforderungen der Umsysteme hinsichtlich der Position und Orientierung der bereitzustellenden Bauteile, ist es das Ziel der Planungsaktivität F1 den endgültigen Anlieferzustand für alle Bauteile zu bestimmen. Teil dieser Aufgabe ist die Festlegung geeigneter Gebindegrößen und die Auswahl von Ladehilfsmitteln, z.B. Behältern, Paletten oder Werkstückträger.

Die wesentlichen Kriterien zur Auswahl der Ladehilfsmittel sind neben der grundsätzlichen Eignung für die anzuliefernden Teile v.a. die Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen (Maximalgewicht, Behälterform, etc.), die Möglichkeiten zur Handhabung und im Sinne der Flexibilität die Weiterverwendbarkeit in nachfolgenden Ausbaustufen des Logistiksystems. Hierbei ist zu bedenken, dass im Rahmen einer Anpassung des Logistiksystems sowohl die Behälterart als auch die Mengen pro Behälter verändert werden können, um eine optimierte Anlieferung in dem neuen Systemzustand zu ermöglichen. Methoden zur Auswahl und Auslegung der Größe von Ladehilfsmitteln z.B. auf Basis analytischer und heuristischer Verfahren sowie Methoden des Operations Research beschreiben BULLINGER & LUNG [1994, S. 49FF.], JÜNEMANN [1989, S. 556FF.], WEBER [1997, S. 269] und WILDEMANN [1995, S. 16FF.]. Darüber hinaus stellt WILDEMANN [1995, S. 36FF.] die steigende Bedeutung von Behälterkreisläufen heraus, die durch die zunehmende Standardisierung und Wiederverwendbarkeit der Ladehilfsmittel möglich sind. Durchgängige Kreislaufsysteme unterstützen dabei die Wandlungsfähigkeit von Logistiksystemen durch die Transparenz und Effizienz im Materialfluss.

Das Ergebnis der Planungstätigkeit F1 ist die Festlegung der Anlieferzustände und der benötigten Ladehilfsmittel für alle Bauteile des Logistikbausteins.

- **F2: Auslegung der Anliefercharakteristik**

Die Tätigkeit F2 beinhaltet zwei Aufgaben: Festlegung der teilespezifischen Bereitstellparameter, z.B. Anlieferhäufigkeit und -menge, in Abhängigkeit des identifizierten Verbrauchscharakters und Definition geeigneter Transporteinheiten.

Im ersten Schritt wird aus dem Verbrauchscharakter und den ausgewählten Ladehilfsmitteln zur Bereitstellung die benötigte Anliefermenge pro Zeiteinheit, z.B. pro Tag oder pro Woche, errechnet. Auf Basis dieser Daten lässt sich unter Berücksichtigung der maximal vorhandenen Bereitstellfläche die erforderliche Anlieferfrequenz bestimmen. Zu beachten sind bei dieser Festlegung zwei wesentliche Aspekte: Die Parameter Anliefermenge und -frequenz werden primär durch den Verbrauchscharakter der Bauteile determiniert und unterliegen damit dem direkten Einfluss der Umfeldturbulenz. Aus diesem Grund sind die festgelegten Schwankungsbreiten der Stückzahlen zu berücksichtigen und als Flexibilitätspotenzial der Anliefercharakteristik festzusetzen. Zum anderen ist zu bedenken, dass durch die Anlieferfrequenz und insbesondere durch die Bereitstellungszeit, d.h. das Zeitintervall von Auslösung einer Nachschubanforderung bis zum Eintreffen des Materials am Verbrauchsort, die Reaktionsfähigkeit des Logistiksystems bezüglich kurzfristiger Programmänderungen bestimmt wird.

Den zweiten Schritt bildet die Bestimmung geeigneter Transporteinheiten. Ziel dieses Schritts ist die Optimierung des Transportaufwands und eine Reduzierung der auftretenden Materialströme. Umfangreiche Systematiken der Packstück- und Ladeeinheitenbildung finden sich dabei u.a. bei GUDEHUS [1999, S. 323FF.], JÜNEMANN [1989, S. 124FF.] und PFOHL [1990, S. 142FF.]. Analog zu den vorausgegangenen Planungstätigkeiten ist insbesondere das Flexibilitätspotenzial bezüglich Veränderungen des Transportaufkommens zu berücksichtigen, die v.a. im Rahmen der Weiterentwicklung des Logistiksystems prinzipiell möglich sind.

- **F3: Flexibilitätsorientierte Auswahl und Auslegung der Förder- und Lagertechnik**

Im Rahmen dieser Planungstätigkeit wird die notwendige Förder- und Lagertechnik ausgewählt und entsprechend den Anforderungen des Szenarios ausgelegt. Entscheidend bei der Auswahl der Komponenten ist die explizite Berücksichtigung der Flexibilität, d.h. die Erweiterungsmöglichkeiten, die Integrierbarkeit in bestehende Förder- und Lagersysteme sowie die variable Gestaltung der Parameter, wie z.B. Fördergeschwindigkeit. Darüber hinaus müssen die Randbedingungen der Materialflussstruktur erfüllt werden (vgl. G7).

In der Literatur finden sich zahlreiche Bewertungen von Förder- und Lagertechniken, die eine Auswahl erleichtern [BULLINGER & LUNG 1994, S. 43FF. BZW. S. 62FF.; JÜNEMANN 1989, S. 179FF. BZW. S. 189FF.]. Wie bereits erwähnt, ist dabei die Berücksichtigung der im Planungsszenario definierten Flexibilitäts-

grade entscheidend. Für die flexibilitätsorientierte Bewertung haben u.a. OST [1993, S. 51FF.] und HALLER [1999, S. 96FF.] spezifische Methoden entwickelt. Hinweise und Berechnungsgrundlagen zur Auslegung der ausgewählten Förder- und Lagertechniken finden sich z.B. bei GUDEHUS [1999, S. 461FF.].

Die Festlegung der eingesetzten Förder- und Lagertechnik stellt das Ergebnis des Planungsschrittes F3 dar. Dabei wird die Flexibilität der Systeme explizit ausgewiesen. Die ausgewählte Förder- und Lagertechnik umfasst alle Komponenten, die zur Erfüllung der Aufgaben des Materialflusses notwendig sind.

- **F4: Organisation der Durchführung der Materialbereitstellung**

Die Organisation der Durchführung der Logistikaufgaben im Baustein entscheidet maßgeblich über die Leistungsfähigkeit und letztendlich über die Reaktionsfähigkeit der autonomen Einheit. Ziel ist eine Optimierung des Einsatzes des vorhandenen Technik- und Betriebsmittelpotenzials, aber v.a. der vorhandenen Personalressourcen. Die grundlegende Basis für die Freiheitsgrade, die der Organisation zugestanden werden, ist erneut der Grad der Autonomie innerhalb des Bausteins (vgl. G3). Im Rahmen der Planungstätigkeit wird festgelegt, welche Person bzw. Personengruppe für welche Aufgaben zuständig ist.

- **F5: Detaillierung der Materialflusstuktur**

Die Detaillierung der Materialflusstuktur ist die Fortsetzung der Planungstätigkeit G7. Basierend auf den Anforderungen an die Struktur in Form von Materialflussbeziehungen (G7) und der durchgeführten Auswahl der Förder-, Bereitstell- und Lagersysteme (F3) wird die grobe Materialflusstuktur überprüft, detailliert und in ein Layout umgesetzt. Dieses Layout repräsentiert die Gestaltung der Materialflüsse, die Bereiche stationärer Förder- und Lagerelemente, die Lage und Positionierung der Umsysteme sowie die Definition der Lokalitäten der Quellen und Senken der Materialbereitstellung. Definierte Methoden zur Materialflusstukturplanung und zur Layoutgestaltung finden sich z.B. bei DAENZER [1986, S. 238F.], JÜNEMANN [1989, S. 569FF.] oder WÄSCHER [1994, S. 261F.].

- **F6: Detaillierung der Informationsflusstuktur**

Aufbauend auf der in G8 ermittelten Grobstruktur der Informationsflüsse, der Art der zu übermittelnden Daten und der Informationsmenge werden im Rahmen der

Feinplanung die Grundlagen für die technische Realisierung der Informationsflüsse gelegt. Dies umfasst die Auswahl der Datenträger, die Art der eingesetzten Datenerfassungs- und -übertragungssysteme sowie Systeme der Datenverarbeitung und -ausgabe. Prinzipiell ist zwischen Informationssystemen, die in erster Linie für die Interaktion mit dem Menschen konzipiert sind, und Steuerungssystemen zu unterscheiden. Die Steuerungssysteme treten v.a. mit technischen Systemen, z.B. Fördermitteln, in Kontakt [JÜNEMANN & BEYER 1998, S. 15].

Methoden und Hilfsmittel zur Auslegung sowohl der Informations- als auch der Steuerungssysteme finden sich z.B. bei BULLINGER & LUNG [1994, S. 94FF.], JÜNEMANN & BEYER [1998, S. 63FF.] oder NEDELJKOVIC-GROHA [1995, S. 54]. Darüber hinaus wurden bereits Ansätze entwickelt, die der Umfeldturbulenz bzw. der Dynamik von Produktionsstrukturen Rechnung tragen. Ein Beispiel hierfür ist der Ansatz von BLESSING [1999, S. 60], der die am Materialfluss beteiligten Komponenten als Dienstleister beschreibt, die Leistungen erbringen und Leistungen anderer Teilnehmer in Anspruch nehmen können. Die Umsetzung dieses Kunden-Lieferanten-Prinzips führt zu einem wandelbaren Materialflussnetz.

• F7: Bestimmung der Leistungswerte für die Wertschöpfungsstufen

Im letzten Schritt der Feinplanung werden für jede Wertschöpfungsstufe die endgültigen Leistungswerte ermittelt. Das bedeutet, dass das vollständige Kennzahlensystem (vgl. Kapitel 4.1.3) bestimmt wird. Dabei erfolgt der letzte Wechsel des Planungsobjekts von der einzelnen Wertschöpfungsstufe zur Gesamt-Wertschöpfungskette. Die ermittelten Kennwerte werden basierend auf einem Bottom-Up-Ansatz zu den Kennwerten der Wertschöpfungskette aggregiert. Auf dieser Ebene erfolgt ein Vergleich der erreichten Ist-Leistung mit der geforderten Soll-Leistung. Analog zu der in FL3 ausgewiesenen Vorgehensweise wird der realisierte Gütegrad der Logistikkette und die Leistungsfähigkeit nachgewiesen.

5.6 Phase 5: Einführung

In Phase 5, Einführung, erfolgt die organisatorische und physische Realisierung des Logistiksystems. Dazu werden im ersten Schritt die definierten autonomen Wertschöpfungsbereiche geschaffen, soweit sie im Unternehmen noch nicht existent sind. Darüber hinaus müssen mit diesen Bereichen entsprechend der zu realisierenden Aufgabe und Logistikleistung Ziel- und Leistungsvereinbarungen

getroffen werden. Durch diese Vereinbarungen wird gewährleistet, dass die Bereiche die geeigneten Ressourcen zur Erstellung der geforderten Erzeugnisse in der geforderten Qualität zur Verfügung stellen und die definierten Logistikkenngrößen erreichen können [ANSORGE 2001, S. 49; WARNECKE 1993, S. 73].

Im zweiten Schritt werden sowohl für die gesamte Logistikkette als auch für die einzelnen Wertschöpfungsstufen die erforderlichen Material- und Informationsflussstrukturen geschaffen.

Den dritten Schritt stellt die Beschaffung und Installation der Hardware im Bereich der Förder-, Lager- und Informationstechnik sowie die Kennzeichnung der Lager- und Bereitstellflächen dar. Die Einzeltätigkeiten der Beschaffung umfassen dabei die Erstellung von Ausschreibungen in Form von Lastenheften, die Einholung von Angeboten, die Verabschiedung eines Pflichtenheftes und die Installation und Abnahme der benötigten Einrichtungen.

Den vierten Schritt bildet die Information und Schulung der Mitarbeiter, die in die Abwicklung der Logistikaufgaben eingebunden sind. Sie müssen sowohl über die Gesamtstruktur der Wertschöpfungskette als auch die Einzelheiten der Wertschöpfungsstufen, insbesondere der operativen Gestaltungselemente informiert sein. Darüber hinaus sollten die Mitarbeiter die definierte Wandlungsstrategie und die potenzielle Weiterentwicklung des Logistiksystems kennen, um eine hohe Akzeptanz und die Unterstützung der Mitarbeiter zu erreichen.

5.7 Phase 6: Betrieb

5.7.1 Zielsetzung

Die elementare Aufgabe der letzten Phase, dem Betrieb des Logistiksystems, ist die dauerhafte Erhaltung des wirtschaftlichsten Betriebspunkts des Systems unter Nutzung des Potenzials der Reaktionsfähigkeit. Dies ist möglich, indem eine ständige Bereitschaft zum Wandel besteht und Veränderungen des Umfelds frühzeitig erkannt und umgesetzt werden. Um dies realisieren zu können, ist ein Controllingssystem erforderlich, das sowohl alle relevanten Umfelddeterminanten überwacht als auch entsprechende Anpassungsmaßnahmen des Logistiksystems initiiert. Das Monitoringsystem gliedert sich dabei in zwei Teile: Monitoring der Umfelddeterminanten des Logistiksystems, Monitoring der internen Kenngrößen

5 Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme

des Logistiksystems. Der wesentliche Unterschied der Teilkonzepte liegt in der Beobachtungsintensität und -häufigkeit. Aufbauend auf dem Monitoringsystem werden mit Hilfe von Wirkungs- und Ursachenanalysen die Veränderungen des Umfelds und v.a. die Auswirkungen im Logistiksystem bewertet und basierend auf definierten Reaktionsmustern die optimale Anpassung des Systems angestoßen. Ein Reaktionsmuster bildet dabei den Selektionsprozess zur Adaption eines Systems an Veränderungen des Umfelds ab. Es schlägt in Abhängigkeit der ermittelten Veränderung und deren Auswirkung im Logistiksystem eine Strategiekategorie und einen gezielten Rücksprung in eine Planungsphase vor. Dabei nehmen die Anpassungsumfänge am Logistiksystem sukzessive mit der Anzahl der durchzuführenden Planungsphasen zu und reichen von einer vorgeplanten Anpassung auf Basis von Lösungen aus dem Entscheidungsraum bis hin zu einer Anpassung des Zielsystems und damit einer vollständigen Neuplanung des Logistiksystems.

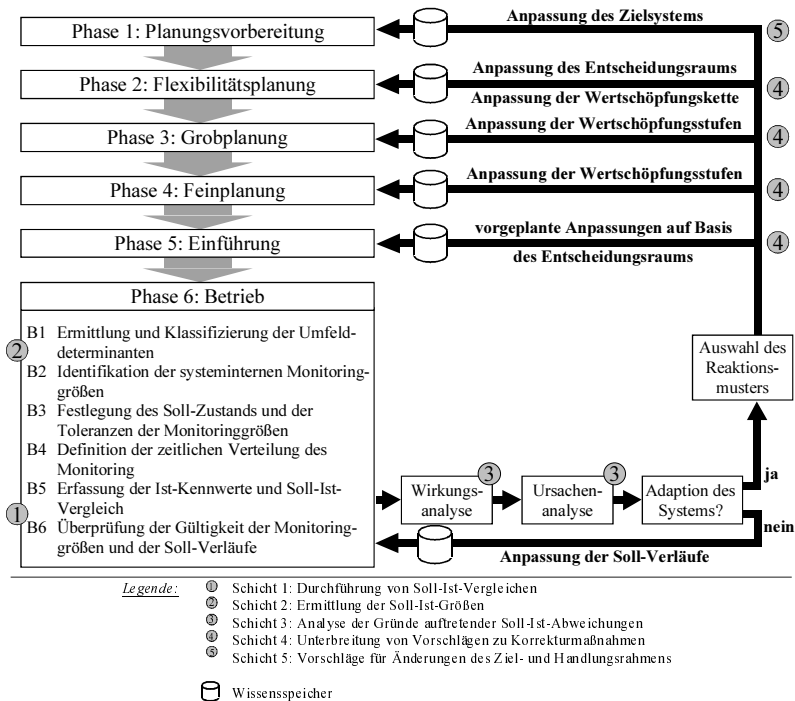


Bild 5-21: Konzeption des Controllingsystems

Die Konzeption des Monitoring- und Controllingsystems stützt sich grundlegend auf das 5-Schichtenmodell von WEBER [1999B, S. 157] (vgl. Kapitel 3.4.1). Die Umsetzung der 5-Schichten äußert sich in der Konzeption eines umfassenden Frühaufklärungssystems mit definierten Adaptionstufen (Bild 5-21 und Bild 5-22). Um langfristig das Wissen möglicher Veränderungen am Logistiksystem zu erhalten und damit die Reaktions- und Anpassungszeit im Betrieb zu verkürzen, muss ein intensives Wissensmanagement betrieben werden. Einmal definierte Anpassungsmaßnahmen müssen u.a. hinsichtlich ihrer Einsetzignung, ihrer Effizienz und der Einführungsdauer bewertet und gespeichert werden.

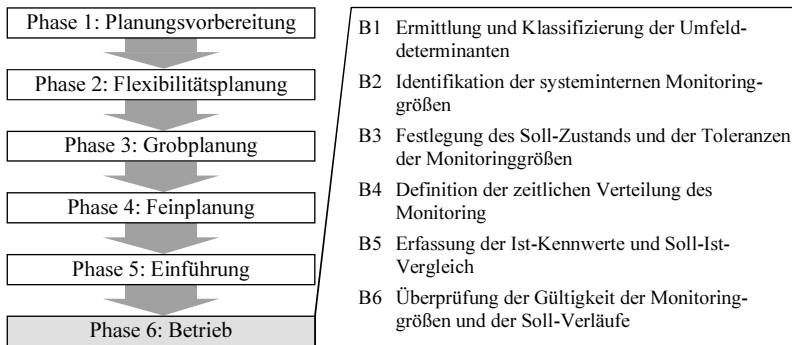


Bild 5-22: Aktivitäten der Planungsphase 6 - Betrieb

5.7.2 Aktivitäten der Planungsphase

- **B1: Ermittlung und Klassifizierung der Umfelddeterminanten**

Den ersten Schritt der Definition des Monitoringsystems bildet die Identifikation der relevanten Monitoringgrößen des Umfelds des Logistiksystems. Voraussetzung hierfür stellt die Entscheidung dar, welches Detaillierungsniveau das Monitoringsystem erreichen soll. Die möglichen Extremfälle sind eine Gesamtbetrachtung des Umfelds oder eine segmentspezifische Erfassung der Determinanten. Ein segmentspezifisches Monitoring operiert mit einer deutlich höheren Sensibilität gegenüber Umfeldveränderungen, verursacht aber gleichzeitig einen wesentlich größeren Aufwand. Um den Aufwand zu reduzieren, ist ein hierar-

chisches Vorgehen denkbar. Das Monitoring erfolgt dabei in einer Gesamtbeurteilung, wobei im Fall identifizierter Abweichungen die Ursache segment-spezifisch ermittelt wird. Die Problematik dieses Modells liegt in der geringen Sensibilität gegenüber Veränderungen, da durch die Aggregation der segment-spezifischen Werte unter Umständen eine Nivellierung des Turbulenzwertes erreicht wird. Im ungünstigsten Fall werden Veränderungen nicht erkannt.

In Abhängigkeit der gewählten Ebene des Monitoringsystems werden die in P5 ermittelten Turbulenzportfolios verwendet, um die relevanten Einflussgrößen zu ermitteln. Dabei werden die Größen entsprechend ihres Turbulenzgrades in drei Klassen eingeteilt: Turbulente (Bereich V und IV), wechselnde (Bereich III und II) und stabile Einflussgrößen (Bereich I). Das Turbulenzportfolio enthält alle Umfeldfaktoren (vgl. Bild 1-1), allerdings in unterschiedlichen Aggregationszuständen. Im Rahmen der Auswahl der Determinanten des Monitoringsystems muss fallspezifisch entschieden werden, ob die Kenngrößen relevant und aussagekräftig sind. Darüber hinaus können Größen hinzugefügt werden, die bislang als Kenngröße nicht im Portfolio eingetragen sind, z.B. Wert der Kundenbindung oder Kundenloyalität. Die Auswahl der Determinanten ist v.a. abhängig von der Möglichkeit der Datenerfassung sowie der Eindeutigkeit, Vollständigkeit und Richtigkeit der zur Verfügung stehenden Informationen.

- **B2: Identifikation der systeminternen Monitoringgrößen**

Das systeminterne Monitoring verfolgt das Ziel, ständig den aktuellen Systemzustand zu verdeutlichen. Dadurch ist es möglich, Veränderungen, die im Rahmen des externen Monitoring nicht identifiziert wurden, ex post zu erkennen und reaktiv eine Anpassung des Logistiksystems zu ermöglichen. Die systeminternen Monitoringgrößen sind die bereits diskutierten Kenngrößen der Logistikkosten und -leistung (vgl. Kapitel 4.1.3 bzw. P7). Darüber hinaus können zusätzliche Kriterien, wie z.B. die Durchlaufzeit und die Fehlerrate der Wertschöpfungsstufen oder die interne Kundenzufriedenheit, hinzugenommen werden.

- **B3: Festlegung des Soll-Zustands und der Toleranzen der Monitoringgrößen**

Um eine Kontrolle bzw. eine Abweichungsanalyse der Monitoringgrößen durchführen zu können, ist ein Referenzwert für jede Determinante zu definieren. Diese Soll-Zustände und Soll-Werte wurden bereits in Phase 1 ermittelt und bil-

deten in Form der Turbulenzportfolios bzw. der logistischen Zielgrößen die Planungsgrundlage der vorausgegangenen Planungsaktivitäten.

Da die Ergebnisse der Erfassung der Ist-Werte (vgl. B5) aufgrund der Qualität der Analysedaten aber auch der teilweise subjektiven Übersetzung der Informationen in Turbulenzwerte gewissen Streuungen unterliegen, ist es notwendig, Toleranzbereiche festzulegen. Für Determinanten, die auf Basis des Turbulenzportfolios beobachtet werden, ist die Definition eines zweidimensionalen Toleranzfensters notwendig. Hierzu werden für die Dimensionen Dynamik und Komplexität Bereiche definiert, in denen sich der erfasste Ist-Wert befinden darf, ohne eine Änderung des Logistiksystems zu initiieren. Im Fall der systeminternen logistischen Kenngrößen wird ein eindimensionales Toleranzband um den Soll-Wert der Kriterien gelegt. Die Einstellung der Toleranzfenster und -bänder ist von großer Bedeutung für die Sensibilität des Monitoringsystems. Werden die Toleranzen zu groß gewählt, führt dies zu einer mangelnden Umfeldorientierung des Logistiksystems. Sind die Toleranzen dagegen zu eng gesetzt, droht eine Instabilität des Systems aufgrund häufiger, teilweise unnötiger Anpassungen.

- **B4: Definition der zeitlichen Verteilung des Monitoring**

Entscheidend für die erreichbare Reagibilität des Logistiksystems und die Früherkennung von Risiken und Chancen, aber auch für den entstehenden Aufwand für das Monitoring ist die Festlegung der zeitlichen Dimension. Um ein vernünftiges Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu erzielen, ist die Einführung eines gestaffelten Zeitrasters sinnvoll. Die Verteilung des Zeithorizonts zur Beobachtung der Monitoringgrößen erfolgt analog zur Klassifizierung der systemexternen und -internen Monitoringgrößen in Abhängigkeit des Turbulenzgrads der Determinanten und dem Risiko der Auswirkungen im Logistiksystem. Aus diesem Grund ist die zeitliche Verteilung individuell für jedes Logistiksystem zu wählen.

Vorgeschlagen wird eine Einteilung der Monitoringgrößen in vier Zeitraster (Bild 5-23) entsprechend der in B1 bzw. B2 getroffenen Klassifizierung der Determinanten. Für Kriterien, die im Bereich II des Turbulenz-Portfolios platziert sind, ist eine halbjährliche bis jährliche Überprüfung ausreichend. Dagegen sollen die Größen des Bereichs III, die einer hohen Dynamik und Komplexität unterliegen, alle zwei bis drei Monate erfasst und überprüft werden. Die als turbulent eingestuften Kenngrößen der Bereiche IV und V des Portfolios sollten alle zwei bis vier Wochen kontrolliert werden. Die Erfassung und Auswertung der internen logistischen Kenngrößen sollte schließlich kontinuierlich durchgeführt werden.

Klassifizierung der Monitoringgrößen im Turbulenzportfolio	Zeitraster des Monitoring
Bereich I – II	6 – 12 Monate
Bereich III	2 – 6 Monate
Bereich IV – V	2 – 4 Wochen

Bild 5-23: Monitoringintervalle in Abhängigkeit vom Turbulenzgrad

- **B5: Erfassung der Ist-Kennwerte und Soll-Ist-Vergleich**

Die Aktivität B5 beinhaltet die eigentliche Monitoringfunktion, d.h. die Erfassung der Umfeldeterminanten und die Übersetzung in die entsprechenden Ist-Kennwerte. Durchzuführen sind dabei im Einzelnen die Schritte der Informationserfassung, einer Plausibilitätsprüfung des Datenmaterials sowie der Gegenüberstellung der Werte in Form eines Soll-Ist-Vergleichs.

Entscheidend bei der Erfassung der Informationen ist die besondere Berücksichtigung „schwacher Signale“ [KRYSTEK & MÜLLER 1999, S. 181]. Zu diesen Signalen zählen z.B. die plötzliche Häufung gleichartiger Ereignisse oder Tendenzen der Wettbewerber bzgl. der Einführung neuer Produktinnovationen. Nach der Meinung von Krystek & Müller stoßen die schwachen Signale in der Regel auf Ignoranz, aufgrund des geringen Konkretisierungsgrads der Signale und der Unschärfe der Informationen. Dennoch sollten diese bei der Bewertung der Einflussgrößen beachtet werden, um möglichst frühzeitig Anpassungsstrategien einleiten zu können, die nicht nur einen reaktiven, sondern vielmehr einen proaktiven Gestaltungscharakter aufweisen.

Treten Abweichungen des Soll-Verlaufs von dem prognostizierten Ist-Verlauf auf, ist es im letzten Schritt erforderlich, Wirkungsanalysen auf Basis der beschriebenen Einflussmatrix (vgl. P5) durchzuführen. Ziel ist die Ermittlung der Größe und Bedeutung der Auswirkungen im Logistiksystem. Darüber hinaus muss eine detaillierte Ursachenanalyse durchgeführt werden. Dabei ist es notwendig, spätestens zu diesem Zeitpunkt die Auswertung der Umfeldeterminanten im aggregierten Zustand zu Gunsten einer segmentspezifischen Aufgliederung der Größen zu verlassen. Entscheidend ist die Ermittlung der Bedeutung der Auswirkungen. Dazu ist die Bewertung der Kunden- bzw. Segmentbindung zu berücksichtigen. Aufgrund der vielfältigen weichen Faktoren die dieser Wir-

kungsanalyse zu Grunde liegen, ist die Definition von Richtwerten zur Initiierung von Gegenmaßnahmen oder gar eine automatisierte Auswertung nicht möglich.

Werden gravierende Auswirkungen im Logistiksystem induziert, so dass die dem Szenario zugewiesenen Flexibilitätspotenziale nicht mehr ausreichend sind, wird eine Anpassung notwendig. Dabei stellt sich die Frage nach der richtigen Strategie der Systemanpassung. Zu beachten ist, dass eine Anpassung „kein deterministischer Prozess, sondern ein Vorgang selektiver Zuordnung [ist]. Ein System wird durch die Einwirkung der Umwelt also nicht eindeutig determiniert, etwa in dem Sinne, dass durch eine auftretende Umweltveränderung aus dem durch die vorliegende Flexibilität definierten Reaktionsbereich des Systems zwangsläufig eine ganz bestimmte Reaktion ausgelöst wurde. Vielmehr muss eine passende Systemreaktion eigens in einem Selektionsprozess ausgewählt werden.“ [MÖSSNER 1982, S. 42]. Diese Selektion wird durch die Definition von Reaktionsmustern unterstützt (Bild 5-24).

Bewertungs-kriterien		Reaktions-muster 1	Reaktions-muster 2	Reaktions-muster 3	Reaktions-muster 4	Reaktions-muster 5	Reaktions-muster 6
Intensität der Änderung	gering	●	○	●	○	—	—
	hoch	—	●	—	●	●	●
Prognosegüte der Änderung	gering	○	—	○	○	○	—
	hoch	●	●	●	●	●	●
Zeitdauer des Übergangs	kurz	●	●	●	○	○	—
	lang	—	○	●	●	●	●
Bezugsobjekt		nicht definiert	nicht definiert	Wertschöpfungsstufe	Wertschöpfungsstufe	Wertschöpfungskette	Zielsystem
Lösung des Entscheidungsraums		nicht definiert	ja	nein	ja / nein	ja / nein	nein
Strategieklassen		I	I - V	IV / V	II - V	I - V	I - V
		Planungsphase 6	Planungsphase 5	Planungsphase 4	Planungsphase 3	Planungsphase 2	Planungsphase 1

Legende: ● gut geeignet ○ bedingt geeignet — ungeeignet

Bild 5-24: Charakteristik der Reaktionsmuster

– Reaktionsmuster 1:

Das erste Reaktionsmuster spiegelt den Fall wieder, dass entschieden wurde, trotz identifizierter Abweichungen keine Anpassung des Logistiksystems vorzunehmen. Reaktionsmuster 1 referenziert damit auf die Anpassungsstrategie 1, die

durch eine passive Haltung gegenüber dem Wandel charakterisiert ist. Als Folge der Ablehnung einer Systemadaption müssen die Soll-Werte angepasst werden (vgl. B6).

– Reaktionsmuster 2:

Diese Art der Reaktionsfähigkeit kann auch als “Pseudo-Reaktionsfähigkeit” bezeichnet werden, da die typischen Merkmale der Reaktionsfähigkeit, eine plötzliche Veränderung unbekannter Dimensionen und die dadurch notwendige kreative Lösungsfindung zur Turbulenzbeherrschung, nicht erfüllt sind. Vielmehr handelt es sich um die langfristige Nutzung vorhandenen Flexibilitätspotenzials. Im Rahmen der Entwicklung des Entscheidungsraums und der Festlegung der Wandlungsstrategie wurden bezogen auf die zeitliche Entwicklung des Logistiksystems verschiedene Systemzustände definiert, auf die in diesem Fall zurückgegriffen wird. Das bedeutet einen Rücksprung aus der Phase 6 in die Planungsphase 5 (Einführung). Voraussetzung ist aber, dass die Betriebsphase genutzt wurde, um das Logistiksystem des folgenden Szenarios vollständig zu planen. Dieses Muster ist nur bei einer sehr hohen Prognosestreue zu empfehlen, wenn sichergestellt werden kann, dass das Folgeszenario im Rahmen der festgelegten zeitlichen Varianz eintritt.

– Reaktionsmuster 3:

Dieses Reaktionsmuster tritt bei ungeplanten, aber geringen Überschreitungen der Toleranzgrenzen ein. Die Abweichungen zeigen sich in ihrem Trend indifferent. Die Charakteristik des Musters besteht in der punktuellen Anpassung einzelner Wertschöpfungsstufen v.a. auf operativer Ebene. Das bedeutet, dass die Gestaltungselemente Anlieferzustand, Anliefercharakteristik, Förder- und Lagertechnik und Durchführung der Bereitstellung sowie die Feinstruktur der Material- und Informationsflüsse verändert werden. Das entspricht einer Planung in Phase 4. Eine Veränderung der Grundstruktur der Wertschöpfungskette sowie der strategischen und strukturellen Aspekte der Stufen ist nicht möglich.

– Reaktionsmuster 4:

Reaktionsmuster 4 sieht einen Rücksprung in die Planungsphase 3, Grobplanung, vor. Ursache für diese Entscheidung können zwei Gründe sein: Einerseits ist die Nutzung vordefinierter Konfigurationen des Entscheidungsraumes möglich.

Andererseits können ungeplante, sehr große Veränderungen des Umfelds eine Neudefinition der logistischen Ziele der Wertschöpfungsstufen notwendig machen, so dass ebenfalls in die Planungsphase 3 zurückgekehrt werden muss. Das Reaktionsmuster zielt in der Regel auf eine grundlegende Adaption des Logistiksystems mit einer hohen Durchdringung der geänderten Anforderungen. Wird dagegen nur eine punktuelle Anpassung angestrebt, ist eine vollständige Anpassung einer Wertschöpfungsstufe über alle drei Ebenen möglich.

– Reaktionsmuster 5:

Der Hauptgrund zur Auslösung des fünften Reaktionsmusters ist eine grundlegende Neugestaltung der Wertschöpfungskette. Die Ursache kann eine Veränderung der logistischen Ziele der Logistikkette oder eine Varianz der definierten Planungsszenarien sein. Prinzipiell ist damit eine Anpassung des Entscheidungsraums und der langfristigen Entwicklung des Logistiksystems verbunden. Entsprechend der im Rahmen der flexiblen Planung vollzogenen Hierarchisierung des Planungsobjekts beziehen sich die Adaptionen dieses Reaktionsmusters auf die gesamte Wertschöpfungskette. Das bedeutet auch, dass alle Anpassungsstrategien, die eine Veränderung der Struktur der Wertschöpfungskette beinhalten, nach diesem Reaktionsmuster zu behandeln sind.

– Reaktionsmuster 6:

Mit dem sechsten Reaktionsmuster wird eine Neuplanung des Logistiksystems ausgelöst. Diese Reaktion ist nur notwendig, wenn sich der Handlungs- und Zielrahmen (v.a. der strategischen Ziele) des Logistiksystems verändert hat. Dementsprechend basiert das Muster auf gravierenden Veränderungen des Umfelds.

- **B6: Überprüfung der Gültigkeit der Monitoringgrößen und Soll-Verläufe**

Ziel dieser Aktivität ist die Gewährleistung der Aktualität des Monitoringsystems sowie der Aussagefähigkeit und Glaubwürdigkeit der ermittelten Abweichungen. Dazu ist es notwendig, sowohl die Gültigkeit der definierten Soll-Zustände und Soll-Verläufe als auch der ausgewählten Monitoringgrößen zu überprüfen. Der Anstoß für diese Kontrolle erfolgt entweder über die Abweichungsanalyse (vgl. B5) oder im Rahmen eines definierten Turnus, z.B. einmal jährlich.

5.8 Kopplung an angrenzende Planungsprozesse

Im Rahmen der Analyse der Ausprägung und Bedeutung der Logistik in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung (vgl. Kapitel 2.3.3) wurden in Bezug auf die Organisation und Durchführung der Logistikplanung folgende Probleme identifiziert: Die Unternehmen verfügen nur selten über eine eigene Logistikorganisation. Die Folge ist eine Vernachlässigung der gezielten Planung der Logistiksysteme. Zurückzuführen ist dies auf die Aufgabenintegration der Logistik- und Produktionssystemplanung sowie das mangelnde Wissen der Mitarbeiter im Bereich Logistik. Dem fehlenden Methodenwissen wird in der vorliegenden Arbeit durch den gezielten Einsatz von Hilfsmitteln und Vorgehensweisen zur Unterstützung jeder Planungstätigkeit begegnet. Die Problematik der Aufgabenintegration soll durch die flexible Kopplung der Logistikplanung an parallel verlaufende Planungsprozesse, z.B. der Montage- und Fertigungsplanung, gelöst werden.

Der Ansatz sieht vor, die verschiedenen Planungsabläufe als eigenständige Prozesse zu betrachten, die durch Abstimmungsvorgänge in Form von Informations- und Material- bzw. Dokumentenflüssen synchronisiert werden. Bild 5-2 spiegelt in einer groben Darstellung die benötigten Eingangsinformationen sowie die generierten Ausgangsinformationen zur Logistikplanung wieder. Unter Verwendung dieser Angaben in einer detaillierteren Form kann bei den Eingangsinformationen eine eindeutige Quelle als Informationsträger zugeordnet werden und bei den Ausgangsinformationen eine direkte Relation zu einer Senke als Bedarfsträger generiert werden. Diese Relationen resultieren in einem Netz aus Abstimmungs- und Dokumentenaustauschprozessen, durch welche die Kopplung der Prozesse realisiert wird. Damit wird jede einzelne Planungsaktivität analog zur Modellierung autonomer Einheiten als eigenständige Einheit verstanden und über die Schnittstellen mit den Elementen der Systemumgebung verbunden.

Durch die beschriebenen Abstimmungs- und Synchronisierungsabläufe ist es unerheblich, wie die personelle Besetzung der Planungsprozesse gelöst ist. Im ersten Extremfall wird jeder Ablauf durch eine eigene Person betreut, wobei das Informationsnetz die explizite Abstimmung der Prozesse und die beidseitige Versorgung mit Informationen der Personen repräsentiert. Der zweite Extremfall sieht die vollständige Durchführung aller Planungsprozesse durch eine Person vor. Auf diese Weise stellt das beschriebene Modell weniger eine Kopplung als vielmehr eine Integration der Abläufe dar. Hierbei verliert die Bedeutung des Informationsflusses aufgrund der trivialen Abhängigkeit bzw. Identität der

Informations- und Bedarfsträger an Gewicht. In dieser Situation ist der Nutzen der getrennte Darstellung der Prozesse in der hohen Transparenz bezüglich der in den verschiedenen Disziplinen durchzuführenden Planungsaktivitäten sowie in der definierten, zeitlichen Koordination der Tätigkeiten zu sehen.

5.9 Zusammenfassung

In Kapitel 5 wurde eine ganzheitliche, turbulenzorientierte Methodik zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme entwickelt und diskutiert. Realisiert wurde die Vorgehensweise auf dem Konzept der flexiblen Planung. Dabei wurde besonderer Wert auf die Definition des langfristig nutzbaren Potenzials der Flexibilität gelegt. Zum Ausdruck kommt dies v.a. in der Entwicklung des Entscheidungsraums, der für relevante Planungsszenarien mögliche Systemalternativen und deren zeitliche Entwicklung aufzeigt.

Weiterhin ist die Integration eines Controllingsystems entscheidend, wodurch ein geschlossener Zyklus realisiert wird. Auf diese Weise sind proaktive und reaktive Adaptionen des Logistiksystems im Betrieb jederzeit möglich. Um dabei eine optimale Auswahl der Strategien zur Systemanpassung zu erzielen, wird der Planer durch definierte Reaktionsmuster unterstützt. Diese schlagen in Abhängigkeit der induzierten Umfeldveränderung und deren Auswirkung im Logistiksystem eine geeignete Anpassungsstrategie vor. Verbunden mit dieser Strategie ist ein gezielter Rücksprung in eine Planungsphase. Damit stellen die Reaktionsmuster die entscheidende Basis für die Realisierung eines hohen Maßes an Reaktions- und Wandlungsfähigkeit des Logistiksystems im Betrieb dar.

Von besonderem Nutzen speziell in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung ist die Möglichkeit, die Planungsmethodik an parallel durchzuführende Planungen zu koppeln bzw. in diese zu integrieren. Erreicht wird diese Kopplung durch die explizite Definition von Ein- und Ausgangsinformationen bzw. -dokumenten. Auf diese Weise wird die Methodik der häufig vorzufindenden Aufgabenintegration gerecht und ersetzt die in der Regel fehlende Logistikorganisation.

6 Anwendungsbeispiel

Kapitel 6 zeigt die exemplarische Anwendung des Konzepts zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme am Beispiel der Logistikkonzeption für einen Akkuschauber. Dazu wird neben einer Charakterisierung des Unternehmens jede Planungsphase kurz beschrieben und der Einsatz der wesentlichen Methoden der Vorgehensweise erläutert.

6.1 Charakterisierung des Unternehmens

Bei dem betrachteten Unternehmen handelt es sich um einen führenden Hersteller hochwertiger Elektrowerkzeuge mit ca. 2200 Mitarbeitern. Das Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt v.a. handgeführte Werkzeuge zur Metall- und Holzbearbeitung, bietet aber auch Standgeräte an. Während die Vermarktung weltweit erfolgt, wird die Produktion derzeit fast ausschließlich an deutschen Standorten durchgeführt.

Bei den Produkten handelt es sich um einfache bis hochkomplexe, mehrteilige Erzeugnisse mit einer hohen Variantenvielfalt, die teilweise einem stark schwankenden, saisonal geprägten Nachfrageverlauf unterliegen. Das Unternehmen weist eine mittlere bis hohe Fertigungstiefe auf, wobei die Kernkompetenzen im Bereich des Aluminium-Druckgusses, des Kunststoff-Spritzgusses, der Fertigung von Elektromotoren und der Montage von Elektrokleingeräten liegen. Die Disposition erfolgt häufig programmorientiert bei einer gleichzeitig globalen Beschaffung. Charakteristisch für das Unternehmen ist weiterhin die Serien- und Großserienfertigung. Die typische Ablaufart bildet die Linienmontage.

Im Bereich der Logistik existiert keine eigene Organisationseinheit, welche die Planung der Logistiksysteme durchführt. Diese Aufgaben werden im Rahmen der Planung der Fertigungs- und Montagesysteme durchgeführt. Wie bereits in Kapitel 2.3.2 erläutert, führt die Aufgabenintegration häufig zu einer Priorisierung der Tätigkeiten, die sich mit dem unmittelbaren Produktionsprozess beschäftigen. Die Abläufe zur Planung der Fertigungs- und Montagesysteme sind im Unternehmen weitgehend standardisiert und im Rahmen der Prozessbeschreibung zur integrierten Produkt- und Prozessgestaltung aufeinander abgestimmt. Eine explizite Beschreibung der Aufgaben der Logistikplanung existiert mit Ausnahme der Tätigkeiten des Einkaufs bisher aber nicht.

6.2 Durchführung der Logistikplanung

6.2.1 Phase 1: Planungsvorbereitung

Bei dem betrachteten Akkuschauber handelt es sich um ein Produkt von relativ geringer Komplexität. Der Schrauber besteht in der Grundvariante aus insgesamt 33 Bauteilen. Diese lassen sich in einer funktionsorientierten Produktstruktur in die Gruppen Gehäuse, Antrieb, Spannsystem, Kennzeichnung und Verpackung unterteilen (Bild 6-1). Die wesentlichen Bauteile in der Funktionseinheit Gehäuse sind das Gehäuseober- und -unterteil, verschiedene Schieber für Geschwindigkeit, Laufrichtung und Akkuarretierung sowie die Gehäuseschrauben. Im Bereich Antrieb sind v.a. die Elemente Motor, Getriebe, Akku und Elektronikschalter zu nennen. Das Spannsystem umfasst die Bauteile Spannfutter und Befestigungsschraube. Zur Kennzeichnung des Akkuschaubers werden auf das Gerät drei Aufkleber aufgebracht. Die Verpackung besteht aus Komponenten wie Koffer, Begleitpapiere, Ladegerät, zweiter Akku, Barcode für Koffer oder Banderole.

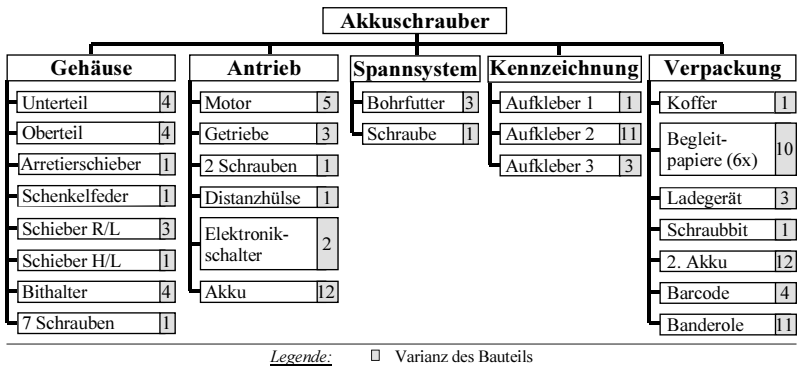


Bild 6-1: Funktionsorientierte Produktstruktur des Akkuschaubers

Das angebotene Produktspektrum sieht elf Typen vor, die durch unterschiedliche Motoren und Griffausführungen charakterisiert sind. Diese elf Typen werden durch die Art der Ausstattung, z.B. Anzahl und Leistung der Akkus oder Art des Ladegeräts, zu insgesamt 49 Varianten erweitert. Die erwartete Verteilung der

6 Anwendungsbeispiel

Typen und Varianten am Gesamtabsatzvolumen kann während der Sättigungsphase des Produktlebenszyklus als konstant angenommen werden.

Besondere Anforderungen an die Logistik hinsichtlich erschütterungsfreier Bereitstellung in definierter Lage erfordern aufgrund der hohen Empfindlichkeit die Bauteile Motor, Getriebe, Elektronikschalter und Akku. Darüber hinaus weisen die Ladegeräte ein extrem hohes Gewicht von ca. 1,5 kg pro Stück auf. Das Teil mit dem größten Volumen stellt der Koffer dar.

Die relevanten Absatzsegmente des Akkuschraubers lassen sich auf vier Hauptvertriebsgebiete eingrenzen: Europa, England, USA, Australien. Europa und USA zählen zu den Schlüsselmärkten, während England als Basismarkt und Australien als Hoffungsmarkt gilt. Für die Akkuschauber wurde der Verlauf des Produktlebenszyklus für Europa und England prognostiziert, wobei die Gesamtlänge auf ca. acht Jahre geschätzt wurde. Dabei entfallen auf die Einführungs- und Wachstumsphase ca. 1,5 Jahre, auf die Reife- und Sättigungsphase ca. 5-6 Jahre und auf die Auslaufphase schließlich erneut ein Jahr. Die Lebenszyklen für USA und Australien sind prinzipiell identisch zu dem beschriebenen Verlauf, wobei die USA- und Australiensvarianten ca. neun Monate nach dem Serienstart eingeführt werden. Die maximale Absatzmenge wird mit 250.000 Akkuschaubern pro Jahr angesetzt, wobei mit einer eventuellen Planzahlabweichung von ca. $\pm 20\%$ zu rechnen ist. Somit betragen die monatlichen Stückzahlen ca. 21.000 Geräte. Der Absatz unterliegt erfahrungsgemäß starken saisonalen Schwankungen, die zwischen $\pm 30\%$ der mittleren Stückzahl betragen. Dabei wird erwartet, dass sich die Losgrößen zwischen 50 und 5000 Stück bewegen werden und die durchschnittliche Losgröße ca. 500 Stück beträgt. Die geschätzte Verteilung der Absatzmenge auf die vier Marktsegmente beträgt 50% Europa, 15% England, 25% USA und 10% Australien. Erfahrungen mit den Vorgängerprodukten besagen dabei, dass über den Produktlebenszyklus von einer relativ konstanten Verteilung ausgegangen werden kann.

Das Produktspektrum des Wettbewerbs umfasst überwiegend Geräte mit geringerer Leistung und niedrigerer Qualität. Dementsprechend zielt der Großteil der Wettbewerber auf den Kundenkreis der Heimwerker, während der betrachtete Akkuschauber für den Kreis der Handwerker und Profis konzipiert ist. Insgesamt ist die Branche in diesem Produktbereich von wenigen Innovationen und technologischen Entwicklungen geprägt. Turbulenz am Markt erzeugen die Wettbewerber durch gezielte Störtaktiken in Form von Sonderaktionen und Komplettangeboten, die zum Erhalt der Marktanteile bzw. zur Sicherung der

Saisongeschäfte (z.B. Weihnachten) eine rasche Reaktion erforderlich machen. Während die Saisongeschäfte eine zeitlich bekannte Größe darstellen, sind die Sonderaktionen unabhängig von der Jahreszeit und entsprechend schwer zu prognostizieren.

Im Rahmen der unternehmensinternen Analyse wurden die Fertigungs- und Montageprozesse sowie die Montagereihenfolge untersucht. Prinzipiell sind dabei sowohl in der Fertigung als auch in der Montage ausreichend Ressourcen vorhanden, die benötigten Bauteile zu fertigen und das Gerät zu montieren. Eine Konzentration auf die Kernkompetenzen des Unternehmens unterstützt aber nur die Eigenfertigung der Gehäuseteile, die einen relativ hohen Wert (B-Teil) besitzen und maßgeblich das Design bzw. die Außenwirkung des Geräts determinieren, die Fertigung der Motoren sowie die vollständige Montage des Geräts.

Zum Abschluss der Phase der Planungsvorbereitung wurden die wesentlichen Einflussgrößen auf Basis von Einzel-Turbulenzportfolios bewertet und zu einem Gesamt-Turbulenzportfolio aggregiert (Bild 6-2).

Der Entwicklung des Entscheidungsraums und der Gestaltung der Wertschöpfungsstufen wurden folgende strategische und allgemeine Ziele zu Grunde gelegt:

- Die Marktsegmente werden mit Ausnahme der zu realisierenden Lieferzeit und -treue auf Basis einheitlicher Werte der Logistikkennzahlen bedient. Die Lieferzeit wird durch die unterschiedlichen Distanzen der Regionen determiniert, während die Liefertreue sich aus der Bewertung der Märkte ableitet.
- Die Abwicklung des gesamten Produktspektrums erfolgt durch ein gemeinsames Logistiksystem.
- Die Kundenorientierung soll entlang der gesamten Logistikkette gegeben sein, d.h. die Tiefe der Durchdringung der Umfeldeinflüsse ist maximal.
- Eigenfertigung erfolgt nur in als Kernkompetenzen des Unternehmens ausgewiesenen Technologien und Bereichen.
- Das System muss eine hohe Reaktionsfähigkeit bezüglich Veränderungen des Produktionsprogramms aufweisen und kurzfristige Aktionen unterstützen.
- Angestrebt werden kurze Durchlaufzeiten, niedrige Bestände v.a. im Bereich der Montage, niedrige Fertigwarenbestände sowie insgesamt ein geringer Flächenbedarf für die Einrichtungen der Logistik.

6 Anwendungsbeispiel

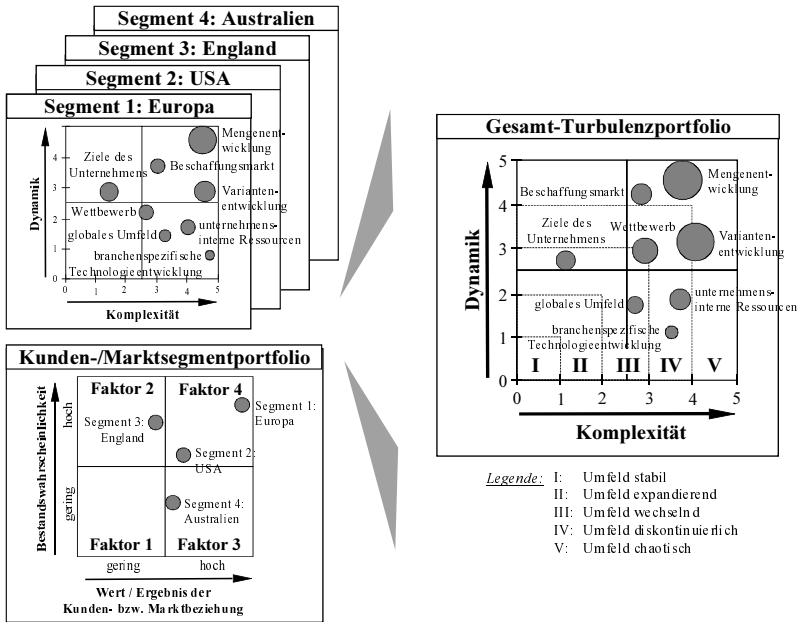


Bild 6-2: Erstellung des Gesamt-Turbulenzportfolios am Beispiel Akkuschauber

6.2.2 Phase 2: Flexibilitätsplanung

Im Rahmen der Flexibilitätsplanung wurden im ersten Schritt basierend auf den Leistungsprofilen und der Absatz- bzw. Variantenentwicklung der Segmente die relevanten Planungsszenarien abgeleitet. Aufgrund der geringen Komplexität des Planungsproblems ergeben sich nur vier Szenarien. Szenario 1 repräsentiert das Anfangssystem, das ca. neun Monate in der Einführungs- und Wachstumsphase Bestand haben wird. Angestrebt ist eine Leistung von maximal 15.000 Geräte pro Monat, wobei nur ca. die Hälfte der geplanten Varianten produziert wird. Szenario 2 tritt mit Einführung der USA- und Australienvarianten ein. Dabei steigt sowohl die Stückzahl als auch die Variantenvielfalt auf die maximal definierten Werte, 21.000 Geräte pro Monat bei elf Typen und 49 Varianten, an. Szenario 2 ist während der Reife- und Sättigungsphase gültig. Um die voraussichtlich in der Sättigungsphase auftretenden saisonalen Schwankungen optimal beherrschen zu können, wird Szenario 3 definiert. Es sieht für die Dauer der reduzierten Absatznachfrage ein System vor, das den optimalen Betriebspunkt bei ca. 17.000

Geräten pro Monat besitzt. Das vierte Szenario verfolgt schließlich das Ziel, definierte Sonderaktionen zu ermöglichen. Sonderaktionen sind zweimal pro Jahr geplant und lassen kurzzeitig ca. fünf weitere Varianten sowie einen erhöhten Bedarf von ca. 20% der normalen Stückzahl erwarten.

Für diese vier Szenarien wurden im zweiten Schritt die notwendigen Flexibilitätspotenziale ermittelt. Charakteristisch für die ersten drei Szenarien ist die geringe Flexibilität der Dimension Variantenvielfalt. Zurückzuführen ist dies auf die Tatsache, dass für den Akkuschrauber die realisierbaren Varianten bereits zu Beginn der Produktentwicklung vollständig definiert wurden. Damit werden nur noch geringfügige Änderungen des Variantenspektrums allerdings bei einem relativ hohem Risiko einer Veränderung der geplanten Absatzanteile der Typen und Varianten erwartet. Szenario 4 dagegen wird mit einer Toleranz von +10% versehen.

Anders verhält sich die Planung der Flexibilitätskorridore in der Dimension Mengenentwicklung. Für das erste Szenario wird die Varianz sehr eng gewählt, da das Szenario einer sehr großen Sicherheit unterliegt. Dagegen wird für das zweite Szenario eine Mengenschwankung von -10% und +20% in Bezug auf die Maximalstückzahl von 250.000 Akkuschraubern pro Jahr festgelegt. Szenario 3 dient der Leistungserstellung im Rahmen der Tiefpunkte der erwarteten saisonalen Schwankungen. Der Soll-Wert der Stückzahl beträgt 17.000 und wird mit einem Toleranzbereich von $\pm 10\%$ versehen. Ein identisches Flexibilitätsband wird für Szenario 4 geplant. Analog zu den beschriebenen Dimensionen Varianten- und Mengenentwicklung wurden die Flexibilitätskorridore für die Durchlaufzeit, Logistikkosten, Lieferfähigkeit, -zeit und -treue festgelegt.

Im Rahmen der Planungstätigkeit FL2, welche die Determinierung der Art und Tiefe der Anpassung des Logistiksystems bei den einzelnen Übergängen zwischen den Szenarien umfasst, wurde festgelegt, dass aufgrund der geforderten hohen Durchdringung der Marktanforderungen vorrangig auf die Strategieklassen II und III zurückgegriffen werden soll. Beim Übergang von Szenario 1 auf Szenario 2 ist dabei ein Strukturbruch möglich. Bei den anderen Übergängen ist dies nicht erwünscht, um die Transparenz und die Stabilität des Systems nicht zu gefährden. Beim Übergang von Szenario 2 bzw. 3 auf Szenario 4 kann aufgrund der Kürze und der Reversibilität des Ereignisses auch nur eine punktuelle Anpassung der Wertschöpfungskette, d.h. eine Anpassung gemäß Strategieklassen IV und V, vorgesehen werden.

6 Anwendungsbeispiel

Aufbauend auf diesen Vorarbeiten wurde der Entscheidungsraum definiert und alternative Gestaltungslösungen der Wertschöpfungskette erarbeitet und bewertet. Wesentliche Variationsparameter waren die Eigenfertigungstiefe, die Anzahl der Montagebereiche, die Direktverkettung von Gehäusefertigung und Montage sowie unterschiedliche Arten der Anpassung (kontinuierlich, abnehmende Intensität). Ein Teil der Lösungen ist in Bild 6-3 dargestellt.

Aufgrund der geringen Anzahl existierender Planungsszenarien kann die Wandlungsstrategie bereits über alle vier Szenarien definiert werden. Die entscheidenden Bewertungskriterien waren der Gütegrad der Lösungsalternativen, die entstehenden Logistikkosten sowie die erreichbare Transparenz und Stabilität der Wertschöpfungskette. Zu beachten ist in diesem Beispiel die Kausalität der Szenarien. S2 folgt zwangsweise auf S1, die Szenarien S3 und S4 zwangsweise auf S2. Dabei ergeben sich verschiedenste Möglichkeiten für die Abfolge der Szenarien S2, S3 und S4. Einige Konstellation sind S2-S3-S4, S2-S4-S2 oder S2-S3-S2. Aus diesem Grund existieren zwei alternative Lösungspfade ab dem Szenario S2 .

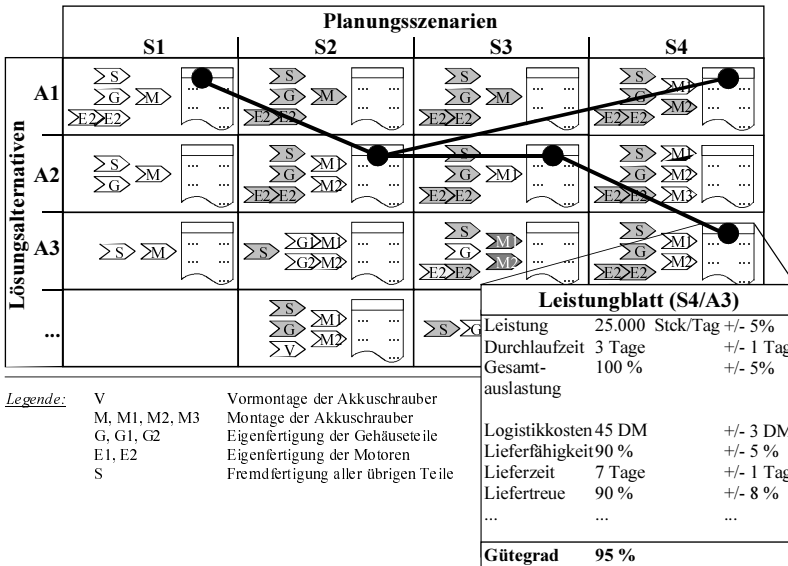


Bild 6-3: Ausschnitt aus dem Entscheidungsraum mit Darstellung der Wandlungsstrategie

6.2.3 Phase 3 bis Phase 5: Grob- bzw. Feinplanung und Einführung

In den Planungsphasen 3 bis 5 wurde das Logistiksystem für Szenario 1 und gleichzeitig für Szenario 2 geplant. Aufgrund der relativ kurzen Lebensdauer des Szenarios 1 erschien eine gemeinsame Planung beider Szenarien sinnvoll. Die Planung der Szenarien 3 und 4 erfolgte erst während der Betriebsphase des ersten Szenarios. Auf eine ausführliche Beschreibung der Detaillergebnisse der Planung des Logistiksystems wird an dieser Stelle verzichtet, da die wesentlichen Tätigkeiten zur Erreichung einer hohen Wandlungsfähigkeit in der Planungsvorbereitung, der Flexibilitätsplanung sowie im Betrieb durchgeführt werden.

6.2.4 Phase 6: Betrieb

Aufgrund der existierenden Vertriebsstrukturen des Unternehmens und der Möglichkeit, in Abhängigkeit der Marktsegmente Informationen zu erheben, erfolgt das Monitoring segmentspezifisch, wobei aber zusätzlich eine aggregierte Darstellung in Form einer Gesamtbetrachtung abgeleitet wird. Dementsprechend wurde auf Basis der vier Turbulenzportfolios die Klassifizierung der Umfeld-determinanten sowie der systeminternen Parameter durchgeführt. Eine Neudefinition der Soll-Werte war dabei nicht erforderlich. Es konnten die Werte der im Rahmen der Planungsvorbereitung erstellten Portfolios beibehalten werden. Die Werte und Toleranzen für die Kenngrößen des Logistikbausteins wurden der Erstdefinition im Entscheidungsraum entnommen.

Zur Durchführung des Monitoring wird ein Zeitraster analog zu dem in Kapitel 5.7 (B4) formulierten Vorschlag angewandt. Die internen Kenngrößen werden dabei täglich, die als turbulent eingestuften Kriterien alle zwei Wochen, die Kenngrößen mit einer hohen Dynamik und Komplexität alle drei Monate und die statischen Größen alle sechs Monate erfasst. Organisatorisch wurden die Aufgaben des Monitoring und Controlling in drei Bereiche geteilt. Die Erfassung der segmentspezifischen Daten erfolgt durch den Vertriebsleiter des jeweiligen Bereichs, das Monitoring der systeminternen Kenngrößen durch den verantwortlichen Planer. Um die Teilinformationen zu einem Gesamt-Portfolio zusammenfassen zu können, übt der Produktmanager für den Bereich Akkugeräte eine Koordinierungsfunktion aus. Das Auslösen und die Auswahl eines geeigneten Reaktionsmusters erfolgt in einem kleinen Team bestehend aus dem Produktmanager, dem verantwortlichen Planer und den Fraktalleitern der Fertigungs- und Montagebereiche. Dieses Gremium tritt nur bei Bedarf in Erscheinung.

Nach Einführung des Logistiksystems des ersten Szenarios verlief die Entwicklung der Kenngrößen innerhalb der ersten sechs Monate wie erwartet. Danach wurde allerdings ein unerwarteter Absatzanstieg erkannt, der das Unternehmen dazu führte, das geplante Szenario 2 früher als erwartet umzusetzen. Die Reaktion folgte dem Reaktionsmuster 2, da die Lösung im Entscheidungsraum bereits vordefiniert war und während der ersten Betriebsphase detailliert wurde. Da der Stückzahlanstieg als ein irreversibles, langfristiges Ereignis bewertet wurde und ein weiter expandierender Trend erkennbar war, löste das Ereignis gleichzeitig eine Reaktion nach Reaktionsmuster 5 aus. Hierbei erfolgt eine Neudefinition der logistischen Zielgrößen und der Grunddaten der Planungsszenarien. Betroffen waren die beiden Szenarien 3 und 4. Als Folge dieser Anpassung der Zielwerte, musste insbesondere auch die Bewertung der Alternativlösungen im Entscheidungsraum überprüft werden und über neue Lösungsmöglichkeiten nachgedacht werden, die zu einer geringfügigen Erweiterung des Entscheidungsraums führten.

6.3 Zusammenfassung

Anhand der Planung des Logistiksystems für einen Akkuschrauber konnten anhand der bedeutendsten Planungsaktivitäten und der vorgesehenen Methoden die Anwendbarkeit der Vorgehensweise nachgewiesen werden. Darüber hinaus konnte im Rahmen des Projekts auch die Koppelbarkeit der Methodik an parallele Vorgehensweisen verifiziert werden. Die wesentlichen Planungsschritte wurden in dem beschriebenen Beispiel v.a. durch einen sogenannten Entwicklungsplaner ausgeführt. Dieser befindet sich organisatorisch an der Schnittstelle zwischen Entwicklung und Planung und hat einerseits die Aufgabe, die Planungsaktivitäten zur Gestaltung aller Umsysteme zu koordinieren und andererseits selbst den Bereich der Montage zu planen. Hierbei konnte eine einfache Integration der Tätigkeiten der Logistikplanung erreicht werden. Weiterhin erfolgten gezielte Abstimmungsvorgänge v.a. mit dem Einkauf und dem Bereich der Beschaffung, da ein Großteil der benötigten Einzelteile und Baugruppen fremdbezogen wird. Auf diese Weise war es möglich, am speziellen Beispiel die Wirksamkeit der Kopplung der Prozesse nachzuweisen.

7 Bewertung des Konzepts der wandlungsfähigen Logistik

Ziel dieses Kapitels ist die abschließende Bewertung des Konzepts einer wandlungsfähigen Logistik, das sich aus dem Modell für wandlungsfähige Logistiksysteme, spezifischen Anpassungsstrategien sowie der Methodik zur Planung und zum Betrieb der Logistiksysteme zusammensetzt. Die Darstellung des erzielten Nutzens, aber auch des entstandenen Aufwands soll anhand der in der Zielsetzung der Arbeit definierten Kriterien erfolgen. Um v.a. die Qualität der Planung und die Güte der Logistiksysteme bewerten zu können, werden einige weitere Messgrößen, z.B. zur Diskussion der notwendigen Planungszeit, hinzugenommen. Die wesentlichen Argumente hinsichtlich des erreichten Nutzen-Aufwand-Verhältnisses werden im Weiteren an folgenden Kriterien diskutiert:

- Einsatzeignung
- Transparenz
- Wissensmanagement
- Planungssicherheit
- Planungszeit
- Planungsaufwand
- Bereitschaft zum Wandel
- Kunden- bzw. Marktorientierung

• **Einsatzeignung**

Das vorliegende Konzept ist auf die Bedürfnisse von Unternehmen mit variantenreicher Serienproduktion zugeschnitten. Dabei eignet es sich besonders zur Logistikplanung in turbulenten Systemumfeldern. Der grundlegende Ansatz sieht vor, die notwendigen Veränderungen und Adaptionen des Logistiksystems nicht ausschließlich über vorgeplante Flexibilitätspotenziale abzudecken, sondern v.a. im Betrieb das Potenzial der Reaktionsfähigkeit zu nutzen. Dadurch wird die Unsicherheit der Planungsdaten und das durch das turbulente Umfeld in der Systemauslegung erzeugte Risiko deutlich vermindert.

- **Transparenz**

Das Bewertungskriterium Transparenz kann bezüglich zwei verschiedener Bezugsobjekte diskutiert werden. Einerseits war es das Ziel, die Transparenz des Logistiksystems hinsichtlich der existierenden Gestaltungselemente und der Logistikfunktionen zu erhöhen. Andererseits kann die Transparenz im Planungsablauf, d.h. das Wissen über den erreichten Planungsstatus, erörtert werden. Um das erste Ziel, die Transparenz des Logistiksystems, zu erreichen, wurde eine ganzheitliche Modellbeschreibung auf Basis von Logistikbausteinen entwickelt. Der Planer erhält dabei eine klare Vorstellung von den Objekten, die im Rahmen der Planung auszulegen sind, aber auch von den relevanten Ziel-Kenngrößen und Parametern eines Logistiksystems. Hinsichtlich der Transparenz im Planungsablauf ist die hierarchische Strukturierung der Gestaltungsobjekte und deren eindeutige Zuordnung zu den Planungsphasen von großem Vorteil. Die Aktivitäten sind eindeutig abgrenzbar und die Position der Einzelaktivitäten im gesamten Ablauf eindeutig beurteilbar. Auf diese Weise ermöglicht die klare Gliederung der Methodik eine schnelle Ermittlung des Planungsfortschritts.

- **Wissensmanagement**

Durch die Bereitstellung des Wissens über mögliche Anpassungsstrategien von Logistiksystemen in Form eines bewerteten Auswahlkatalogs konnte ein Wissensgewinn erzielt werden. Darüber hinaus führt die klare Definition der Planungsaktivitäten und der definierte Methodeneinsatz zu einer Höherqualifizierung der Mitarbeiter bezüglich der Auslegung und dem Umgang mit Logistiksystemen.

- **Planungssicherheit**

Das Kriterium Planungssicherheit ist eine Messgröße für den Umgang mit der Turbulenz im Rahmen der Planung und damit für die Sicherheit bzw. Aktualität der Planungsergebnisse bei Abschluss der Systemerstellung. Durch die Berücksichtigung der systemexternen und -internen Einflussgrößen in allen Planungsphasen und -aktivitäten sowie durch die Planung turbulenzangepasster Logistiksysteme wird im Vergleich zu herkömmlichen Vorgehensweisen eine deutliche Erhöhung der Sicherheit erzielt. Dies äußert sich sowohl in der Möglichkeit der eingeschränkten Implementierung von Flexibilitätspotenzialen aufgrund der begrenzten Lebensdauer des Logistiksystems als auch in der spontanen Reaktion

auf eingetretene, unvorhergesehene Ereignisse. Die hohe Reaktionsfähigkeit ist dabei ein Garant für den Erhalt der Aktualität der Logistiksysteme. Darüber hinaus ist die Planungssicherheit auch ein Maß für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Aufgabenerfüllung im Rahmen des Planungsablaufs und für die erreichbare Qualität der geplanten Logistiksysteme. Hierbei wird ebenfalls eine Verbesserung der Planungssicherheit erreicht. Zurückzuführen ist dies einerseits auf die vollständige und durchgängige Definition und Beschreibung der Planungsaktivitäten und andererseits auf die zielgerichtete methodische Unterstützung jeder einzelnen Tätigkeit.

- **Planungszeit**

Die Planungszeit ist im Vergleich zu einer konventionellen Planung von Logistiksystemen leicht erhöht. Dies ist einerseits zurückzuführen auf die Aufwendungen zur Bewertung der Turbulenz der Einflussgrößen und andererseits v.a. auf die Erstellung des Entscheidungsraums sowie die Bewertung möglicher Lösungsfolgen. Die Erhöhung der Planungszeit ist dabei abhängig von der Komplexität des Logistiksystems, der Anzahl definierter Planungsszenarien und der Größe des entstehenden Entscheidungsraums. Der Anstieg der Planungszeit wird auf ca. 5 - 10% geschätzt.

- **Planungsaufwand**

Zur Durchführung der Planungsmethodik, aber auch zur Realisierung der Systemanpassungen im Betrieb sind keine besonderen Aufwendungen nötig. Es bedarf keiner speziellen Hilfsmittel oder sonstigen Systeme. Der Personalaufwand zur Planung der Logistiksysteme ist mit Ausnahme des bereits diskutierten geringfügigen Anstiegs der Planungszeit im Vergleich zu konventionellen Vorgehensweisen unverändert. Dagegen erfordert das Umfeldmonitoring und die eventuellen Anpassungen des Systems im Betrieb einen deutlich erhöhten Personalaufwand. Für die Aufwandsabschätzung zur Durchführung des Monitoring werden folgende Annahmen getroffen, die einen maximalen Aufwand darstellen: Das kontinuierliche, systeminterne Monitoring erfordert einen Zeitaufwand von einer Stunde pro Tag, das Monitoring der Kenngrößen des Bereichs IV und V eine Stunde alle zwei Wochen, das Monitoring der Determinanten des Bereichs III zwei Stunden pro Monat und das Monitoring der stabilen Einflussgrößen des Bereichs II drei Stunden alle sechs Monate. In Summe entsteht daraus ein maximaler Aufwand von 40 Manntagen pro Jahr. Damit ist ein Mitarbeiter im

Extremfall zu ca. 15% seiner Kapazität mit der Durchführung der Monitoringaufgaben befasst. Eine weitergehende Bewertung des Aufwands zur Adaption des Logistiksystems an veränderte Umfeldparameter ist nicht möglich, da der Aufwand nur system- und umfeldspezifisch ermittelt werden kann.

- **Bereitschaft zum Wandel**

Die Einführung eines zweistufigen Monitoringsystems, das alle wesentlichen Einflussgrößen in einem gewissen Zeitraster erfasst, hat eine deutliche Erhöhung der Bereitschaft zum Wandel zur Folge. Durch die umfassende Umfeldbeobachtung wird einerseits die Transparenz von Veränderungen und dadurch die Notwendigkeit von Systemanpassungen deutlich.

- **Kunden- bzw. Marktorientierung**

Das entwickelte Konzept zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme stellt ein großes Potenzial zur Adaption der Logistik an sich verändernde Umfeldbedingungen und damit an sich wandelnde Kundenanforderungen dar. Der Planer erhält eine umfassende, methodenunterstützte Vorgehensweise, die ihm ein zielgerichtetes Gestalten und Auslegen der Logistiksysteme ermöglicht. Darüber hinaus wird durch das Monitoring- und Controllingssystem die Reaktionsfähigkeit gesteigert, die sich in kurzen Reaktionszeiten und der Schaffung der notwendigen Voraussetzungen und Systeme zur Erfüllung sich geänderter, neuer Kundenanforderungen äußert. Auf diese Weise kann eine deutliche Erhöhung der Kunden- bzw. Marktorientierung realisiert werden.

Die Diskussion der Bewertungskriterien zeigt, dass das Konzept umfassende Möglichkeiten zur Erhöhung der Kundenorientierung eröffnet, indem die Wandlungsfähigkeit von Logistiksystemen gesteigert und gezielt geplant wird. Aufwand bzw. Kosten entstehen im Wesentlichen durch Personalkosten für die um ca. 5 - 10% verlängerte Planungszeit sowie für die Durchführung des Umfeldmonitoring. Der Personalaufwand erhöht sich hierbei um maximal 40 Manntage pro Jahr. Diesen Aufwendungen steht aber ein deutlich geringeres Risiko hinsichtlich der geplanten Konfiguration des Logistiksystems, der realisierbaren logistischen Zielgrößen und der notwendigen Investitionen v.a. für Förder- und Lagereinrichtungen gegenüber, so dass insgesamt ein positives Nutzenpotenzial erreicht wird.

8 Zusammenfassung und Ausblick

8.1 Zusammenfassung

Die Turbulenz des Unternehmensumfelds, die sich in ständig ändernden Anforderungen der Kunden bezüglich des zu erbringenden Leistungsumfangs ausdrückt, bildet das Ausgangsproblem der vorliegenden Arbeit. Zur Beherrschung der Turbulenz wird von den Unternehmen Wandlungsfähigkeit gefordert, eine Eigenschaft, die sowohl vorgeplante Anpassungen als auch spontane Reaktionen auf Veränderungen des Umfelds ermöglicht. Derzeit existieren nur wenige Konzepte, die eine Umsetzung dieser Eigenschaft im Unternehmen, seiner Organisation und seinen Subsystemen beschreiben. Für die Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme in Unternehmen mit variantenreicher Serienfertigung stellt die Arbeit einen definierten Handlungsrahmen und Leitfaden vor, der auf einer integrierten Methodik zur Planung und zum Betrieb von Logistiksystemen basiert.

Die Analyse der variantenreichen Serienfertigung bezüglich des Stellenwerts der Logistik im ersten Teil der Arbeit (vgl. Kapitel 2.3.2) zeigt, dass ein relativ geringes logistisches Problembewusstsein in diesen Unternehmen vorhanden ist. Zurückzuführen ist dies hauptsächlich auf die mangelnde Qualifikation der Mitarbeiter bezüglich der Aufgaben der Logistik sowie auf das Fehlen geeigneter, durchgängiger Methoden und Hilfsmittel zur Unterstützung der Logistikplanung. Hinzu kommt, dass keine Planungsvorgehensweise existiert, die der häufig vorzufindenden Aufgabenintegration der Gestaltung der primären Produktionsprozesse mit der Planung der sekundären Logistikfunktionen gerecht wird.

Es wurde auch deutlich, dass vielfältige Einflussfaktoren auf die Logistiksysteme wirken und eine häufige Anpassung erforderlich machen (vgl. Kapitel 2.3.3). Grundsätzlich weisen die betrachteten Unternehmen eine positive Einstellung gegenüber Veränderungen und die Bereitschaft zum Wandel auf. Die prinzipiellen Strategien zur Anpassung der Logistik und mögliche Reaktionsmuster sind bisher aber weitgehend unbekannt.

Ziel dieser Arbeit war daher die Entwicklung eines durchgängigen Konzepts zur Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme in Unternehmen mit variantenreicher Serienfertigung und deren Anpassung an Veränderungen des turbulenten Umfelds im Betrieb. Erreicht werden soll damit eine generelle Erhöhung der

8 Zusammenfassung und Ausblick

Kunden- bzw. Marktorientierung in der Logistik. Die Realisierung dieser Zielsetzung erfolgte in vier Schritten:

- Verbesserung der Transparenz der Logistik durch die Entwicklung eines Modells wandlungsfähiger Logistiksysteme (vgl. Kapitel 4.1),
- Erhöhung des Wissens bezüglich Anpassungsmaßnahmen in der Logistik durch die Entwicklung und Bewertung von Strategieklassen (vgl. Kapitel 4.2),
- Steigerung der Planungssicherheit und Verbesserung der Qualität der Logistiksysteme durch die Definition einer durchgängigen, turbulenzgerechten Methodik der Logistikplanung (vgl. Kapitel 5),
- Erhaltung des wirtschaftlichsten Betriebspunkts des Logistiksystems und Bereitschaft zum dauerhaften Wandel durch die Entwicklung eines integrierten Monitoring- und Controllingsystems (vgl. Kapitel 5.7).

Die Modellierung wandlungsfähiger Logistiksysteme basiert auf einer prozessorientierten Abbildung der Wertschöpfungskette mit Hilfe von Logistikbausteinen. Jeder Baustein repräsentiert eine Wertschöpfungsstufe, die als dezentrale, autonome, sich selbst verantwortende Einheit charakterisiert ist. Zur Abbildung ist die Definition eines Grundbausteins ausreichend, der die wesentlichen Funktionen beschreibt. Ziel der Modellierung ist v.a. die Erhöhung der Transparenz hinsichtlich der Gestaltungselemente der Logistik. Darüber hinaus soll das Modell als unterstützendes Instrumentarium dienen, das dem Planer die vollständige und optimale Erledigung seiner Aufgaben erleichtert. Von wesentlicher Bedeutung ist bei der Modellierung einerseits die Möglichkeit der Hierarchisierung, wodurch die Basis für die Realisierung des Konzepts einer flexiblen Planung geschaffen wird. Andererseits ermöglicht die Zuordnung von Logistik Kennzahlen zu jedem Baustein die vollständige Abbildung sowohl der externen Anforderungen der vor- und nachgelagerten Modellelemente als auch der internen Leistungsdaten. Vervollständigt wird das Modell durch die Funktionalität der Managementinstanz. Diese überwacht und steuert die ganzheitliche Optimierung des Logistiksystems und die langfristige Weiterentwicklung im Sinne der Nutzung vordefinierter Adaptionsszenarien.

Aufbauend auf dem Modell wurden zehn alternative Anpassungsstrategien entwickelt und bewertet. Dabei kann unterschieden werden zwischen Maßnahmen, die eine Anpassung einzelner Wertschöpfungsstufen ohne Veränderung der Beziehungsstruktur in der gesamten Kette ermöglichen und Maßnahmen, die eine

Anpassung der Struktur der Wertschöpfungskette vorsehen. Weiterhin erlauben die Strategien verschiedene Ausprägungen der Anpassungsart, wie beispielsweise eine durchgängige Anpassung mit konstanter oder abnehmender Intensität bzw. eine punktuelle, ein- oder mehrstufige Anpassung. Dieses Kriterium wurde schließlich genutzt, um eine Strukturierung in fünf Strategieklassen vorzunehmen. Über die Beschreibung der Klassen und die Identifikation geeigneter Anwendungsfälle hinaus, erfolgte eine Bewertung auf Basis der Kriterien „Intensität der Änderung“, „Prognosegüte“, „Zeitdauer des Übergangs“ und „Reversibilität der Änderungen“. Die resultierende Bewertungsmatrix bildet ein wesentliches Element der Planung und der reaktiven Anpassung im Betrieb.

Den Kern der Arbeit stellt schließlich die Definition einer durchgängigen Methodik zur Planung und zum Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme dar. Um dem Aspekt der Umfeldturbulenz gerecht zu werden, wurde das Konzept der flexiblen Planung aufgegriffen. Dabei erfolgt einerseits eine Hierarchisierung des Gestaltungsobjekts in die Gesamt-Wertschöpfungskette sowie in die einzelnen Wertschöpfungsstufen. Weiterhin wird dem Konzept insofern Rechnung getragen, dass die Erfassung der benötigten Planungsdaten nicht ausschließlich zu Beginn der Planung in einer Analysephase sondern zu Beginn jeder Phase erfolgen kann. Das bedeutet, dass die Aktualität und Sicherheit des Datenmaterials dadurch gesteigert wird, dass die Ermittlung der Informationen unmittelbar vor dem Zeitpunkt der Nutzung durchgeführt wird. Die Gliederung der Vorgehensweise orientiert sich an bestehenden Strukturierungen und teilt die Aufgaben den sechs Phasen der Planungsvorbereitung, Flexibilitätsplanung, Grobplanung, Feinplanung, Einführung und des Betriebs zu. Zu berücksichtigen ist, dass eine Planungsmethodik nur die Gestaltung der Flexibilität, nicht aber der Reaktionsfähigkeit beinhalten kann. Allerdings werden die wesentlichen Voraussetzungen für das im Betrieb realisierbare Maß an Reaktionsfähigkeit geschaffen. Beispiele sind die Definition autonomer Einheiten in der Wertschöpfungskette und der Einsatz modular aufgebauter Förder- und Lagersysteme. Ziel jeder Planungsphase ist die Berücksichtigung der Umfeldturbulenz und die definierte Implementierung von Flexibilitätspotenzialen. Dabei wird nicht die maximal mögliche Flexibilität, sondern nur das erforderliche Maß angestrebt. Die Basis für diese Festlegung bildet eine umfassende Methode zur Bewertung der Umfeldturbulenz unter Berücksichtigung der im Logistiksystem entstehenden Auswirkungen. Entscheidend für die langfristige Nutzung und die geplante Weiterentwicklung des Logistiksystems ist die Phase der Flexibilitätsplanung. In dieser Phase werden durch den Entscheidungsraum Alternativlösungen für vordefinierte

Szenarien und Lösungspfade für die Wandlungsstrategie des Logistiksystems aufgezeigt. Wichtig ist, dass nur mit einem eingeschränkten Entscheidungsraum operiert wird. Die Entwicklung von Lösungen für alle potenziellen Umfeldentwicklungen und die Bewertung der möglichen Lösungspfade würde in einem nicht akzeptierbaren Nutzen-Aufwand-Verhältnis resultieren.

Über die Nutzung der im Entwicklungsraum vorgedachten langfristigen, flexiblen Veränderung des Logistiksystems wird durch die explizite Integration einer Betriebsphase die Nutzung des Potenzials der Reaktionsfähigkeit berücksichtigt. Durch die Implementierung eines Controllingsystems wird die dauerhafte Bereitschaft zum Wandel unterstützt. Dabei erfolgen Anpassungen an Umfeldveränderungen sowohl proaktiv als auch reaktiv. Voraussetzung für beide Arten der Systemadaption ist die Erkennung und Bewertung von Umfeldveränderungen sowie die Initiierung geeigneter Anpassungsmaßnahmen. Für diese elementare Aufgabe der Strategieauswahl wurden Reaktionsmuster definiert, die einerseits eine gezielte Auswahl der Anpassungsstrategien ermöglichen und andererseits einen definierten Rücksprung in eine der Planungsphasen vorschlagen. Auf diese Weise wird durch die Integration des Controllingsystems in den Planungszyklus ein geschlossener Kreislauf zwischen Planung und Anpassung geschaffen.

Abschließend wurde in der Arbeit erläutert, wie die Planungsmethodik durch die Kopplung über definierte Ein- und Ausgangsinformationen an parallel durchzuführende Planungsprozesse möglich ist. Dadurch wird eine maßgebliche Unterstützung der häufig in den betrachteten Unternehmen vorzufindenden Aufgabenintegration erreicht.

Im letzten Teil der Arbeit wurde zur Erprobung des Konzepts die Planungsmethodik exemplarisch zur Gestaltung eines wandlungsfähigen Logistiksystems für Akkuschauber eingesetzt (vgl. Kapitel 6.2). Damit konnte sowohl die generelle Anwendbarkeit als auch der Nutzen des Konzepts nachgewiesen werden.

8.2 Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde beschrieben, wie eine zielgerichtete, methodenunterstützte Gestaltung wandlungsfähiger Logistiksysteme in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung ermöglicht wird. Um eine generelle Realisierung wandlungsfähiger Logistiksysteme in der Industrie zu erreichen, ist es notwendig, das Konzept auch für den Einsatz in der Produktion kundenindividu-

eller Erzeugnisse zu qualifizieren. Dieser Produktionstyp wird in Zukunft aufgrund des steigenden Individualisierungs- und Differenzierungsdenkens der Kunden zunehmend an Bedeutung gewinnen. Benötigt wird dabei aber ein deutlich höheres Maß an Reaktionsfähigkeit. Deshalb muss die Methodik an die Charakteristik einer Einzel- und Kleinserienfertigung, d.h. eine höhere Turbulenz der Einflussgrößen und Komplexität der Logistiksysteme angepasst werden.

Denkbar ist auch die Weiterentwicklung der vorliegenden Planungsmethodik zu einer flexiblen, integrierten Vorgehensweise zur Planung wandlungsfähiger Produktions- und Logistiksysteme. Ein möglicher Ansatz ist die Definition sog. Aktivitätenbausteine. Die Bausteine beinhalten eine Beschreibung der durchzuführenden Tätigkeiten, der notwendigen Eingangsinformationen, die erzeugten Ausgangsinformationen sowie unterstützende Hilfsmittel und Methoden. Dabei können drei Arten der Planungsbausteine entstehen: Bausteine mit gemeinsamen Planungstätigkeiten des Produktions- und des Logistiksystems, reine Produktionsplanungsbausteine und reine Logistikplanungsbausteine. Vorteil dieser modularen Prozessgestaltung ist eine hohe Reaktionsfähigkeit gegenüber Veränderungen im Planungsablauf. Voraussetzung ist allerdings die Entwicklung eines Modells, welches das Produktions- und Logistiksystem als Einheit versteht und die Gestaltungselemente sowie die Beziehungen der Elemente abbildet.

Um darüber hinaus den Umgang mit der Umfeldturbulenz weiter zu verbessern, ist es notwendig, eine Methodik zur objektiven Analyse der Auswirkungen von Veränderungen der Umfeldparameter im Logistiksystem zu entwickeln. Derzeit erfolgt die Bewertung weitestgehend auf Basis der Erfahrungen des Planers. Im Fall, dass sich die Auswirkungen bereits in einer Veränderung der logistischen Kennzahlen bemerkbar machen, ist nur noch eine reaktive Anpassung möglich. Langfristig muss es aber das Ziel sein, proaktiv die Wandlungsfähigkeit als Wettbewerbspotenzial zu nutzen und auf diese Weise neue Chancen zu eröffnen.

Problematisch ist auch die fehlende Messbarkeit der Wirkung von Anpassungsmaßnahmen. Wenngleich eine direkte Messung der Potenziale der Reaktions- und Wandlungsfähigkeit nicht möglich erscheint, ist es denkbar, im Rahmen einer Simulation ein Referenzmodell des Logistiksystems analog zu gängigen Verfahren der Regelungstechnik mit Testsignalen zu beaufschlagen. Diese Testsignale sollen spezifische Umfeldveränderungen widerspiegeln und die Entwicklung geeigneter Reaktionsstrategien ermöglichen sowie die Wirksamkeit der Maßnahmen messbar machen. Zur Messung würde dann das Antwortverhalten des Systems genutzt werden.

9 Literaturverzeichnis

ABELS & SANDER 1993

Abels, H.; Sander, U.: Bestandsoptimierung. Methodische Ansätze zur anforderungsgerechten Gestaltung der Dispositionsmethoden. Logistik im Unternehmen 7 (1993) 3, S. 82-85.

ANSORGE 2001

Ansorge, D.: Auftragsabwicklung in heterogenen Produktionsstrukturen mit Planungsfreiräumen. München: utz, 2001. (zugl. Dissertation TU München, 2001)

AUPPERLE U.A. 1995

Aupperle, G.; Rein, E.; Kristof, R.: Mit logistischen Leistungsklassen zur Klasse-Leistung. io Management Zeitschrift 64 (1995) 11, S. 45-48.

BALLOU 1985

Ballou, R. H.: Business logistics management. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.

BANKHOFER 1999

Bankhofer, U.: Zur Klassifikation von Verbrauchsfaktoren im Rahmen der Materialbedarfsplanung. ZfB 69 (1999) 8, S. 913-925.

BAUMGARTEN & WOLFF 1993

Baumgarten, H.; Wolff, S.: Perspektiven der Logistik. Trend-Analysen und Unternehmensstrategien. TU Berlin, 1993.

BECKMANN 1996

Beckmann, H.: Theorie einer evolutionären Logistik-Planung. Basiskonzepte der Unternehmensentwicklung in Zeiten zunehmender Turbulenz unter Berücksichtigung des Prototypingansatzes. Dissertation Universität Dortmund, 1996.

BECKMANN 1998

Beckmann, H.: Integrale Logistik als Wachstumskonzept. In: Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch Logistik 1998. Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH, 1998. S. 23-29.

BENSAOU 1999

Bensaou, M.: Portfolios of Buyer-Supplier Relationships. Sloan Management Review, Summer 1999, S. 35-44.

BERG 1979

Berg, C.: Theoretische Grundlagen und praktische Ansatzpunkte zum Aufbau von Frühwarnsystemen im Bereich der Materialwirtschaft. In: Albach, H.; Hahn, D.; Mertens, P.: Frühwarnsysteme. ZfB - Zeitschrift für Betriebswirtschaft. Ergänzungsheft 2, 1979, S. 135-146.

BICHLER & SCHRÖTER 1995

Bichler, K.; Schröter, N.: Praxisorientierte Logistik. Stuttgart: Kohlhammer, 1995.

BIENERT 1983

Bienert, K.: Modell- und computergestützte Planung logistischer Systeme. Berlin: Schmidt, 1983.

BLESSING 1999

Blessing, S.: Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen. München: utz, 1999. (zugl. Dissertation TU München, 1999).

BÖHME 1987

Böhme, E.: Beitrag zur Entwicklung logistikgerechter Systemprinzipien integrierter Flexibilität in Produktionsunternehmen mit Klein- und Mittelserienfertigung. Dissertation TU Berlin, 1987.

BOWERSOX 1974

Bowersox, D. J.: Logistical Management - a Systems Integration of Physical Distribution Management, Material Management and Logistical Coordination. New York: Macmillan, 1974.

BRYNJOLFSSON U.A. 1997

Brynjolfsson, E.; Renshaw, A.A.; van Alstyne, M.: The Matrix of Change. Sloan Management Review, Winter 1997, S. 37-53.

9 Literaturverzeichnis

BUCHNER U.A. 1998

Buchner, H.; Krause, S.; Weigand, A.: Turbulenzgerechte Planung. Aktueller Stand in der Praxis und Herausforderung für das Controlling. controller magazin 6/98, S. 451-457.

BULLINGER & LUNG 1994

Bullinger, H.-J.; Lung, M. M.: Planung der Materialbereitstellung in der Montage. Stuttgart: Teubner, 1994.

CHAKRAVARTHY 1997

Chakravarthy, B.: A New Strategy Framework for Coping with Turbulence. Sloan Management Review, Winter 1997, S. 69-82.

DAENZER 1986

Daenzer, W. F.: Systems engineering. Leitfaden zur methodischen Durchführung umfangreicher Planungsvorhaben. Zürich: Industrielle Organisation, 1986.

DELFMANN 1989

Delfmann, W.: Die Planung "robuster" Distributionsstrukturen bei Ungewißheit über die Nachfrageentwicklung im Zeitablauf. In: Hax, H.; Kern, W.; Schröder, H.-H. (Hrsg.): Zeitaspekte in betriebswirtschaftlicher Theorie und Praxis. Stuttgart: Poeschel, 1989.

DELFMANN 1999

Delfmann, W.: Kernelemente der Logistik-Konzeption. http://www.uni-koeln.de/wiso-fak/planung/download/log_ein.pdf (Link überprüft am 05.05.2000)

EBERHART 1996

Eberhart, C.: Logistik im Wandel. io Management Zeitschrift 65 (1996) 3, S. 51-55.

EHRENSPIEL 1995

Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung. Methoden für Prozessorganisation, Produkterstellung und Konstruktion. München: Hanser, 1995.

EIDENMÜLLER 1991

Eidenmüller, B.: Die Produktion als Wettbewerbsfaktor. Herausforderungen an das Produktionsmanagement. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1991.

ENGELSLEBEN & NIEBUER 1997

Engelsleben, T.; Niebuer, A.: Entwicklungslinien der Logistik-Konzeptionsforschung. Arbeitsbericht Nr. 93 des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Betriebswirtschaftliche Planung und Logistik. Universität Köln, 1997.

ESSER 1996

Esser, H.: Integration von Produktionslogistik und Montageplanung und -steuerung. Aachen: Shaker, 1996. (zugl. Dissertation TH Aachen, 1996).

EVERSHEIM 1989

Eversheim, W.: Organisation in der Produktionstechnik. Bd. 4: Fertigung und Montage. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1989.

EVERSHEIM U.A. 1991

Eversheim, W.; Hartmann, M.; Linnhoff, M.; Fietz, J.: Rationalisierungspotential Montagesteuerung. VDI-Z 133 (1991) 8, S. 16-21.

FELDHAHN 1991

Feldhahn, K.-A.: Logistikmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen. Dissertation TU Braunschweig, 1991.

FEMPPPEL 1996

Femppel, P.: Kundenlogistik im Zeitsprung. In: Hossner, R. (Hrsg.): Logistik Jahrbuch 1996. Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH, 1996. S. 62-67.

FIETEN 1999

Fieten, R.: Logistik und Materialwirtschaft. In: Weber, J.; Baumgarten, H. (Hrsg.): Handbuch Logistik. Management von Material- und Warenflußprozessen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1999. S. 52-63.

9 Literaturverzeichnis

FILZ U.A. 1989

Filz, B.; Fuhrmann, R.; Giehl, M.; Hoya, U.; Vastag, A.: Kennzahlensystem für die Distribution. Modell für kleine und mittlere Unternehmen. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1989.

FINK U.A. 1998

Fink, A.; Schlake, O.; Siebe, A.: Szenario-Management – Grundlage einer zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung. In: Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O. (Hrsg.): Grenzen überwinden – Zukünfte gestalten. Paderborn: HNI-Verlagsschriftenreihe, 1998. S. 31-50.

FISHER 1997

Fisher, M. L.: What Is the Right Supply Chain for Your Product? Harvard Business Review, March-April 1997, S. 105-116.

FRESE U.A. 1996

Frese, E.; Hahn, D.; Horvath, P.: Managementsysteme. In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management "Betriebshütte". Berlin: Springer, 1996. S. 3-42 – 3-90.

GALLASCH 2000

Gallasch, A.: Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion. München: Utz, 2000. (zugl. Dissertation TU München, 2000).

GAUSEMEIER U.A. 1996

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

GERDES 1997

Gerdes, K.-H.: Architekturkonzeption für Fertigungsleitsysteme der flexibel automatisierten Fertigung. Paderborn: HNI-Verlagsschriftenreihe, 1997.

GOTTSCHALK 1996

Gottschalk, E.: Dispositive Planung logistischer Prozesse. In: Wiendahl, H.-P. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Logistikqualität. Berlin: Springer, 1996. S. 254-280.

GUDEHUS 1999

Gudehus, T.: Logistik. Grundlagen, Strategien, Anwendungen. Berlin: Springer, 1999.

GÜNTHNER & HALLER 1999

Günthner, W. A.; Haller, M.: Im Spannungsfeld zwischen Flexibilität und Automatisierung. In: Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch Logistik 1999. Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH, 1999. S. 179-184.

GÜNTHNER & STEGHERR 1999

Günthner, W. A.; Stegherr, F.: Auf dem Weg zum intelligenten Leitsystem. fördern und heben f+h 49 (1999) 10, S. LS8 - LS11.

HAHN 1979

Hahn, D.: Frühwarnsysteme, Krisenmanagement und Unternehmensplanung. In: Albach, H.; Hahn, D.; Mertens, P.: Frühwarnsysteme. ZfB - Zeitschrift für Betriebswirtschaft. Ergänzungsheft 2, 1979, S. 25-46.

HAHN 1991

Hahn, D.: Planungs- und Kontrollrechnung PuK. Wiesbaden: Gabler, 1991.

HALLER 1999

Haller, M.: Bewertung der Flexibilität automatisierter Materialflusssysteme der variantenreichen Großserienproduktion. Dissertation TU München, 1999.

HARTMANN 1997

Hartmann, M. (Hrsg.): DYNAPRO II. Erfolgreich produzieren in turbulenten Märkten. Stuttgart: LOGIS, 1997.

HARTMANN & SPIEWACK 1999

Hartmann, M.; Spiewack, M.: Wandlungsfähigkeit. In: Kühnle, H. (Hrsg.): STRATEMA – Wachstumsstrategien durch marktorientierte Wandlungsfähigkeit und produktnahe Dienstleistungen. Dokumentation zur STRATEMA-Begriffswelt. Magdeburg: IMS, 1999, S. 13.

9 Literaturverzeichnis

HAX & LAUX 1972

Hax, H.; Laux, H.: Flexible Planung. Verfahrensregeln und Entscheidungsmodelle für die Planung bei Ungewißheit. zfbf 24 (1972), S. 318-340.

HEINEN 1991

Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre. Entscheidungen im Industriebetrieb. Wiesbaden: Gabler, 1991.

HERRMANN & JOHNSON 1999

Herrmann, A.; Johnson, M. D.: Die Kundenzufriedenheit als Bestimmungsfaktor der Kundenbindung. zfbf 51 (1999) 6, S. 579-598.

HINTERHUBER 1984

Hinterhuber, H. H.: Strategische Unternehmensführung. Berlin: Springer, 1984.

HIRSCHBERG 2000

Hirschberg, A.: Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung. München: utz, 2000. (zugl. Dissertation TU München, 2000).

HOFFMANN 1972

Hoffmann, K.: Der Produktlebenszyklus. Freiburg: Rombach, 1972.

HOFSTÄTTER 1977

Hofstätter, H.: Die Erfassung der langfristigen Absatzmöglichkeiten mit Hilfe des Lebenszyklus eines Produktes. Würzburg: Physica, 1977.

HORVATH 1998

Horvath, P.: Controlling. München: Vahlen, 1998.

ISERMANN 1994

Isermann, H.: Logistik im Unternehmen – eine Einführung. In: Isermann, H. (Hrsg.): Logistik. Beschaffung, Produktion, Distribution. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1994. S. 21-44.

JACOBI 1994

Jacobi, J.: Untersuchung zur Bedeutung und Methodik zeitorientierter logistischer Leistungs-Zielgrößen. Dissertation TU Berlin, 1994.

JÜNEMANN 1989

Jünemann, R.: Materialfluß und Logistik. Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Berlin: Springer, 1989.

JÜNEMANN & BEYER 1998

Jünemann, R.; Beyer, A.: Steuerung von Materialfluß- und Logistiksystemen. Berlin: Springer, 1998.

KAMINSKI 1999

Kaminski, A.: Marktorientierte Logistikplanung. In: Weber, J.; Baumgarten, H. (Hrsg.): Handbuch Logistik. Management von Material- und Warenflußprozessen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1999. S. 241-288.

KAPOUN 1994

Kapoun, J.: Bestandsmanagement und -controlling. controller magazin 2/94, S. 82-85.

KLAUS 1994

Klaus, P.: Jenseits einer Funktionenlogistik: der Prozeßansatz. In: Isermann, H. (Hrsg.): Logistik. Beschaffung, Produktion, Distribution. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1994. S. 331-347.

KLÖPPER 1991

Klöpper, H.-J.: Logistikorientiertes strategisches Management. Erfolgspotentiale im Wettbewerb. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1991. (zugl. Dissertation Universität Dortmund, 1991).

KÖHLER 1996

Köhler, R.: Disposition und Materialbereitstellung bei komplexen, variantenreichen Kleinserienprodukten. Berlin: Springer, 1996. (zugl. Dissertation TU München, 1995).

KOPPELMANN 1997

Koppelman, U.: Produktmarketing. Entscheidungsgrundlagen für Produktmanager. Berlin: Springer, 1997.

9 Literaturverzeichnis

KOTLER & BLIEMEL 1992

Kotler, P.; Bliemel, F.: Marketing-Management. Analyse, Planung, Umsetzung und Steuerung. Stuttgart: Poeschel, 1992.

KRALJIC 1983

Kraljic, P.: Purchasing must become Supply Management. Harvard Business Review, September-October 1983, S. 109-117.

KRYSTEK & MÜLLER-STEWENS 1993

Krystek, U.; Müller-Stewens, G.: Frühaufklärung für Unternehmen. Identifikation und Handhabung zukünftiger Chancen und Bedrohungen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1993.

KRYSTEK & MÜLLER 1999

Krystek, U.; Müller, M.: Frühaufklärungssysteme. Spezielle Informationssysteme zur Erfüllung der Risikokontrollpflicht nach KonTraG. Controlling 11 (1999) 4/5, S. 177-183.

KÜHN 1989

Kühn, M.: Flexibilität in logistischen Systemen. Heidelberg: Physica, 1989.

KÜHNLE U.A. 2000

Kühnle, H.; Spiewack, M.; Markfort, D.: Erfolgreich Produzieren in turbulenten Märkten. ZWF 95 (2000) 5, S. 234-238.

KÜPPER 1992

Küpper, H.-U.: Logistik-Controlling. Controlling 4 (1992) 3, S. 124-132.

KUHN 1990

Kuhn, A.: Argumente für eine neue Planungsqualität in der Logistik. Fördertechnik 11 (1990) 12, S. 11-17.

KUHN 1995

Kuhn, A. (Hrsg.): Prozeßketten in der Logistik. Dortmund: Praxiswissen, 1995.

KUHN 1996

Kuhn, A.: Prozeßketten. Ein Modell für die Logistik. In: Wiendahl, H.-P. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Logistikqualität. Berlin: Springer, 1996. S. 87-106.

KUMMER 1992

Kummer, S.: Logistik im Mittelstand. Stand und Kontextfaktoren der Logistik in mittelständischen Unternehmen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1992.

LOCHTHOWE 1990

Lochthowe, R.: Logistik-Controlling. Entwicklung flexibilitätsorientierter Strukturen und Methoden zur ganzheitlichen Planung, Steuerung und Kontrolle der Unternehmenslogistik. Frankfurt a.M.: Lang, 1990. (zugl. Dissertation Universität Dortmund, 1990)

LOCHTHOWE 1991

Lochthowe, R.: Strategisches Logistik-Controlling. Controlling 3 (1991) 6, S. 312-319.

LÖDDING U.A. 2000

Lödding, H.; Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Durchlaufzeitcontrolling mit dem logistischen Ressourcenportfolio. ZWF 95 (2000) 1/2, S. 46-51.

LOEPER 1995

Loeper, S.: Kennzahlengestütztes Beratungssystem zur Verbesserung der Logistikleistung in der Werkstattfertigung. Dissertation Universität Karlsruhe (TH), 1995.

LOTTER 1986

Lotter, B.: Wirtschaftliche Montage. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1986.

LOTTER U.A. 1998

Lotter, B.; Hartel, M.; Menges, R.: Manuelle Montage – wirtschaftlich gestalten. Renningen-Malmsheim: expert-Verlag, 1998.

LUBE 1997

Lube, M.-M.: Kundenmanagement – Die Kundenbeziehung als neue Bezugsgröße des Controlling. controller magazin 3/97, S. 183-189.

9 Literaturverzeichnis

LUCZAK 2000

Luczak, H. (Hrsg.): Logistik-Benchmarking. Praxisleitfaden mit LogiBEST. Berlin: Springer, 2000.

MAYER 1999

Mayer, S.: Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management nach der Jahrtausendwende. In: Pfohl, H.-C. (Hrsg.): Logistik 2000 plus. Visionen - Märkte - Ressourcen. Berlin: Schmidt, 1999. S. 1-22.

MAßBERG U.A. 1998

Maßberg, W.; Weigt, G.; Giese, M. A.; Steinhage, A.; Schöner, G.: Modelle der Fertigungssteuerung. wt Werkstattstechnik 88 (1998) 3, S. 97-100.

MATERNE 1993

Materne, J.: Prognoseverfahren und -ergebnisse zur Technikentwicklung in der Produktionswissenschaft. München: Hanser, 1993. (zugl. Dissertation TU Berlin, 1993).

MÄTZKE 1996

Mätzke, M.: Strukturwandel in der Automobilindustrie und seine Arbeitsfolgen bei Zulieferern. Anmerkung zu problematischen Verallgemeinerungen. SOFI-Mitteilungen, Nr. 23/1996, S. 67-79.

MEIER-BARTHOLD 1999

Meier-Barthold, D.: Flexibilität in der Material-Logistik. Wiesbaden: Gabler, 1999. (zugl. Dissertation Universität Magdeburg, 1998)

MERTENS & RACKELMANN 1979

Mertens, P.; Rackelmann, G.: Konzept eines Frühwarnsystems auf der Basis von Produktlebenszyklen. In: Albach, H.; Hahn, D.; Mertens, P.: Frühwarnsysteme. ZfB - Zeitschrift für Betriebswirtschaft. Ergänzungsheft 2, 1979, S. 70-88.

MERTINS U.A. 1996

Mertins, K.; Albrecht, R.; Lewandowski, U.; Hortmann, H.: Dimensionierung von Kanban-Regelkreisen. wt Werkstattstechnik 86 (1996), S. 543-546.

MILBERG 1997

Milberg, J.: Produktion – Eine treibende Kraft für unsere Volkswirtschaft. In: Reinhart, G.; Milberg, J. (Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwung. Münchener Kolloquium '97. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1997. S. 19-39.

MILBERG 2000

Milberg, J.: Unternehmenspolitik im Wandel. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H. (Hrsg.): Nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. Münchener Kolloquium 2000. München: utz, 2000. S. 311-331.

MÖSSNER 1982

Mössner, G. U.: Planung flexibler Unternehmensstrategien. München: Florentz, 1982.

NEDELJKOVIC-GROHA 1995

Nedeljkovic-Groha, V.: Systematische Planung anwendungsspezifischer Materialflußsteuerungen. Berlin: Springer, 1995. (zugl. Dissertation TU München, 1995).

NIESCHLAG U.A. 1994

Nieschlag, R.; Dichtl, E.; Hörschgen, H.: Marketing. Berlin: Duncker und Humblot, 1994.

OST 1993

Ost, S.: Entwicklung eines Verfahrens zur differenzierten Flexibilitätsanalyse und -bewertung. Dissertation TU Hamburg-Harburg, 1993

VON PACHER-THEINBURG 1992

von Pacher-Theinburg, F.: Integriertes Logistik-Controlling in einem Unternehmen der Elektronikbranche. Controlling 4 (1992) 1/2, S. 20-26.

PASCALE U.A. 1997

Pascale, R.; Millemann, M.; Gioja, L.: Changing the way we change. Harvard Business Review, November-December 1997, S. 127-139.

PFOHL 1990

Pfohl, H.-C.: Logistiksysteme. Berlin: Springer, 1990.

9 Literaturverzeichnis

PFOHL 1994

Pfohl, H.-C.: Logistikmanagement. Berlin: Springer, 1994.

PFOHL & STÖLZLE 1997

Pfohl, H.-C.; Stölzle, W.: Planung und Kontrolle. München: Vahlen, 1997.

PFOHL U.A. 1997

Pfohl, H.-C. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe. Berlin: Schmidt, 1997.

PICOT U.A. 1998

Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. T.: Die grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management. Wiesbaden: Gabler, 1998.

PIELOK 1995

Pielok, T.: Prozeßkettenmodulation. Management von Prozeßketten mittels Logistic Function Deployment. Dortmund: Verlag Praxiswissen, 1995. (zugl. Dissertation Universität Dortmund, 1994).

PILLER 1998

Piller, F. T.: Kundenindividuelle Massenproduktion. Der Wettbewerbsfaktor der Zukunft. München: Hanser, 1998.

PORTER 1993

Porter, M. E.: Nationale Wettbewerbsvorteile. Erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt. Wien: Ueberreuter, 1993.

RABUS 1980

Rabus, G.: Typologie zum überbetrieblichen Vergleich von Fertigungssteuerungsverfahren im Maschinenbau. Berlin: Springer, 1980. (zugl. Dissertation Universität Stuttgart, 1980).

REFA 1990

REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation (Hrsg.): Planung und Betrieb komplexer Produktionssysteme. München: Hanser, 1990.

REICHMANN 1997

Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten. Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption. München: Vahlen, 1997.

REICHMANN & LACHNIT 1979

Reichmann, T.; Lachnit, L.: Unternehmensführung mit Hilfe eines absatzorientierten Frühwarnsystems. In: Albach, H.; Hahn, D.; Mertens, P.: Frühwarnsysteme. ZfB - Zeitschrift für Betriebswirtschaft. Ergänzungsheft 2, 1979, S. 107-119.

REINHART 1997

Reinhart, G.: Innovative Prozesse und Systeme – Der Weg zu Flexibilität und Wandlungsfähigkeit. In: Reinhart, G.; Milberg, J. (Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwung. Münchener Kolloquium '97. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1997. S. 173-202.

REINHART 1999

Reinhart, G.: Vom Wandel der Zeit. ZWF 94 (1999) 1/2, S. 14.

REINHART 2000

Reinhart, G.: Im Denken und Handeln wandeln. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H. (Hrsg.): Nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. Münchener Kolloquium 2000. München: utz, 2000. S. 17-40.

REINHART U.A. 1999A

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Hirschberg, A.; Selke, C.: Reaktionsfähigkeit für Unternehmen. Eine Antwort auf turbulente Märkte. ZWF 94 (1999) 1/2, S. 21-24.

REINHART U.A. 1999B

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Hirschberg, A.; Selke, C.: Wandel – Bedrohung oder Chance?. in Management Zeitschrift 68 (1999) 5, S. 20-24.

REINHART U.A. 1999C

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Krüger, A.: Stückzahlflexible Montage- und Logistiksysteme. Integrierte Planung kapazitätsflexibler Systeme. wt Werkstattstechnik 89 (1999) 9, S. 413-418.

9 Literaturverzeichnis

REINHART U.A. 1999D

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Krüger, A.: Stückzahlflexible Montage. Vortrag am 15. Deutschen Montagekongress. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1999.

REINHART U.A. 2000

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Krüger, A.: Integrierte Montage- und Logistikplanung. In: Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch Logistik 2000. Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH, 2000. S. 216-218.

RENNER 1991

Renner, A.: Kostenorientierte Produktionssteuerung. München: Vahlen, 1991.

RITTER 1988

Ritter, A.: Optimierung der Produktionskapazität bei zyklischer Nachfrage. Berlin: Schmidt, 1988. (zugl. Dissertation Universität Mannheim, 1987).

SCHÄFER 1980

Schäfer, F.-W.: System zur Planung und Nutzung der Flexibilität in der Fertigung. Dissertation TH Aachen, 1980.

SCHLICHTHERLE 1997

Schlichtherle, O.: Aufbau eines rechnergestützten Systems zur Ermittlung von Leistungskennzahlen innerbetrieblicher automatisierter Logistiksysteme. Dortmund: Verlag Praxiswissen, 1997. (zugl. Dissertation Universität Dortmund, 1997).

SCHNEEWEIß 1989

Schneeweiß, C.: Der Zeitaspekt in der Planung. In: Hax, H.; Kern, W.; Schröder, H.-H. (Hrsg.): Zeitaspekte in betriebswirtschaftlicher Theorie und Praxis. Stuttgart: Poeschel, 1989.

SCHÖNSLEBEN 1998A

Schönsleben, P.: Logistik-Strategien für Mischfertiger. Die kapazitätsorientierte Materialbewirtschaftung. io Management Zeitschrift 67 (1998) 1/2, S. 22-26.

SCHÖNSLEBEN 1998B

Schönsleben, P.: Integrales Logistikmanagement. Planung und Steuerung von umfassenden Geschäftsprozessen. Berlin: Springer, 1998.

SCHOLZ-REITER & SCHARKE 2000

Scholz-Reiter, B.; Scharke, H.: Reaktive Planung. Industrie Management 16 (2000) 2, S. 21-26.

SCHOMBURG 1980

Schomburg, E.: Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme im Maschinenbau. Dissertation TH Aachen, 1980.

SCHREYÖGG 1998

Schreyögg, G.: Organisation. Grundlagen moderner Organisationsgestaltung. Wiesbaden: Gabler, 1998.

SCHUFF 1984

Schuff, G.: Bewältigung von Planabweichungen bei nachfrage- und lagergebundener Kleinserienfertigung durch eine dynamische Fertigungsplanung und -steuerung. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 2 Nr. 68. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1984.

SCHULTE 1992

Schulte, C.: Logistik-Controlling. Optimierung von Struktur, Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Qualität in der Logistik. controlling 4 (1992) 5, S. 244-253.

SCHULTE 1995

Schulte, C.: Logistik. Wege zur Optimierung des Material- und Informationsflusses. München: Vahlen, 1995.

SCHULZ-WOLFGRAMM 2000

Schulz-Wolfgramm, C.: Neues Denken und Handeln für Innovation und Restrukturierung. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H. (Hrsg.): Nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. Münchener Kolloquium 2000. München: utz, 2000. S. 41-58.

9 Literaturverzeichnis

SCHULZE-DÜLLO 1993

Schulze-Düllo, M.: Überblick über die Logistik- und Controlling-Literatur und deren Eignung zur Entwicklung eines Logistik-Controlling-Systems. Bonn: ILB, 1993.

SCHWEITZER & FRIEDL 1992

Schweitzer, M.; Friedl, B.: Beitrag zu einer umfassenden Controlling-Konzeption. In: Spremann, K.; Zur, E. (Hrsg.): Controlling. Wiesbaden: Gabler, 1992, S. 141-167.

SETHI & SETHI 1990

Sethi, A. K.; Sethi, S. P.: Flexibility in Manufacturing. A Survey. The International Journal of Flexible Manufacturing Systems 2 (1990), S. 289-328.

SIMON 1995

Simon, D.: Fertigungsregelung durch zielgrößenorientierte Planung und logistisches Störungsmanagement. Berlin: Springer, 1995. (zugl. Dissertation. TU München, 1994).

SPATH 1996

Spath, D.: Absatzsynchroner Montageplanung. Investitionsentscheidung zeitlich vorausschauend absichern. Vortrag am 12. Deutschen Montagekongress. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1996.

SPATH & BAUMEISTER 2000

Spath, D.; Baumeister, M.: Hybride Montagesysteme mit absatz-synchroner Materialbereitstellung. Industrie Management 16 (2000) 2, S. 35-38.

SPATH U.A. 1999

Spath, D.; Baumeister, M.; Olbrich, W.: Bevorratungsfreie Montage in hybriden Montagesystemen. Vortrag am 15. Deutschen Montagekongress. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1999.

STEGHERR 2000

Stegherr, F.: Reinforcement-Learning zur dispositiven Auftragssteuerung in der Variantenreihenproduktion. Dissertation TU München, 2000.

STOLZ 1988

Stolz, N. W.: Materialbereitstellung in der Montage. Dissertation TH Aachen, 1988.

SUAREZ U.A. 1995

Suarez, F.F.; Cusumano, M.A.; Fine, C.H.: An Empirical Study of Flexibility in Manufacturing. Sloan Management Review, Fall 1995, S. 25-32.

SYSKA 1990

Syska, A.: Kennzahlen für die Logistik. Berlin: Springer, 1990. (zugl. Dissertation TH Aachen, 1990).

TEMPELMEIER & KUHN 1993

Tempelmeier, H.; Kuhn, H.: Flexible Fertigungssysteme: Entscheidungsunterstützung für Konfiguration und Betrieb. Berlin: Springer, 1993.

TREUTLEIN 1990

Treutlein, K.: Materialflußorientierte Termin- und Kapazitätsplanung. Ein Konzept für Serienfertiger. Berlin: Springer, 1990. (zugl. Dissertation TH Aachen, 1990).

UHLMANN & SCHRÖDER 1998

Uhlmann, E.; Schröder, C.: Agile Produktion als Antwort auf den Wandel der Märkte. ZWF 93 (1998) 5, S. 180-184.

ULLMANN 1994

Ullmann, W.: Controlling logistischer Produktionsabläufe am Beispiel des Fertigungsbereichs. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 2 Nr. 311. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1994. (zugl. Dissertation Universität Hannover, 1993).

UPTON 1997

Upton, D. M.: Process Range in Manufacturing. An Empirical Study of Flexibility. Management Science 43 (1997) 8, S. 1079-1092.

9 Literaturverzeichnis

VICKERY U.A. 1999

Vickery, S.; Calantone, R.; Dröge, C.: Supply Chain Flexibility. An Empirical Study. The Journal of Supply Chain Management, Summer 1999, S. 16-24.

WÄSCHER 1994

Wäscher, G.: Layoutplanung für Produktionssysteme. In: Isermann, H. (Hrsg.): Logistik. Beschaffung, Produktion, Distribution. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1994. S. 249-264.

WARNECKE 1993

Warnecke, H.-J.: Revolution der Unternehmenskultur. Das fraktale Unternehmen. Berlin: Springer, 1993.

WARNECKE 1996

Warnecke, H.-J. (Hrsg.): Die Montage im flexiblen Produktionsbetrieb. Technik - Organisation - Betriebswirtschaft. Berlin: Springer, 1996.

WARNECKE & BECKER 1994

Warnecke, H.-J.; Becker, B.-D. (Hrsg.): Strategien für die Produktion. Standortsicherung im 21. Jahrhundert. Stuttgart: Rabe, 1994.

WEBER 1994

Weber, J.: Logistikmanagement – Verankerung des Flußprinzips im Führungssystem des Unternehmens. In: Isermann, H. (Hrsg.): Logistik. Beschaffung, Produktion, Distribution. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1994. S. 45-56.

WEBER 1997

Weber, R.: Zeitgemäße Materialwirtschaft mit Lagerhaltung. Flexibilität, Lieferbereitschaft, Bestandsreduzierung, Kostensenkung – Das deutsche Kanban. Renningen-Malmsheim: expert-Verlag, 1997.

WEBER 1999A

Weber, J.: Ursprünge, praktische Entwicklung und theoretische Einordnung der Logistik. In: Weber, J.; Baumgarten, H. (Hrsg.): Handbuch Logistik. Management von Material- und Warenflußprozessen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1999. S. 1-15.

WEBER 1999B

Weber, J.: Einführung in das Controlling. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1999.

WESNER 1977

Wesner, E.: Die Planung von Marketing-Strategien auf der Grundlage des Modells des Produktlebenszyklus. Dissertation Universität Berlin, 1977.

WESTKÄMPER 1999A

Westkämper, E. (Hrsg.): Sonderforschungsbereich 467. Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion. Ergebnisbericht. Stuttgart: 1999.

WESTKÄMPER 1999B

Westkämper, E.: Die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. wt Werkstattstechnik 89 (1999) 4, S. 131-140.

WESTKÄMPER U.A. 1998

Westkämper, E.; Balve, P.; Wiendahl, H.-H.: Auftragsmanagement in wandlungsfähigen Unternehmensstrukturen. PPS-Management 3 (1998) 1, S. 22-26.

WESTKÄMPER U.A. 2000

Westkämper, E.; Wiendahl, H.-H.; Pritschow, G.; Rempp, B.; Schanz, M.: Turbulenz in der PPS - eine Analogie. wt Werkstattstechnik 90 (2000) 5, S. 203-207.

WIENDAHL 1989

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

WIENDAHL 1994

Wiendahl, H.-P.: Die reaktionsschnelle Fabrik. Lösungsansätze zur kontinuierlichen Verbesserung logistischer Abläufe. Vortrag am 06.10.1994, VDI-Bezirksverein München.

9 Literaturverzeichnis

WIENDAHL & BREITHAUPT 1998

Wiendahl, H.-P.; Breithaupt, J.-W.: Kapazitätshüllkurven – Darstellung flexibler Kapazitäten mit einem einfachen Beschreibungsmodell. *Industrie Management* 14 (1998) 4, S. 34-37.

WIENDAHL & HERNÁNDEZ 1999

Wiendahl, H.-P.; Hernández, R.: Bausteine der Wandlungsfähigkeit zur Planung wettbewerbsfähiger Fabrikstrukturen. Vortrag auf der 2. Deutschen Fachkonferenz Fabrikplanung. Stuttgart: Moderne Industrie, 1999.

WIENDAHL & HERNÁNDEZ 2000

Wiendahl, H.-P.; Hernández, R.: Wandlungsfähigkeit – neues Zielfeld in der Fabrikplanung. *Industrie Management* 16 (2000) 5, S. 37-41.

WIENDAHL U.A. 1995

Wiendahl, H.-P.; Möller, J.; Nyhuis, P.: Engpaßorientierte Logistik-analyse auf der Basis von Betriebskennlinien. *io Management Zeitschrift* 64 (1995) 5, S. 27-33.

WIENDAHL U.A. 1997

Wiendahl, H.-P.; Thies, J. M.; Krüger, T.: Endstufenbildung zur Optimierung der Materialbereitstellung. *ZWF* 92 (1997) 12, S. 628-630.

WILDEMAN 1983

Wildemann, H.: Frühwarnsysteme. Gestaltung und Nutzen von Frühwarnsystemen. München: gfmt, 1983.

WILDEMAN 1988A

Wildemann, H.: Die modulare Fabrik. Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung. München: gfmt, 1988.

WILDEMAN 1988B

Wildemann, H.: Produktionssynchrone Beschaffung. Einführungsleitfaden. München: TCW, 1988.

WILDEMAN 1995

Wildemann, H.: Behältersysteme. Konzepte zur Optimierung des Behälterkreislaufs. München: TCW, 1995.

WILDEMANN 1997

Wildemann, H.: Logistik Prozeßmanagement. München: TCW, 1997.

WILDEMANN 1998

Wildemann, H.: Das agile Unternehmen. Kostenführerschaft und Service. Tagungsband Münchner Management Kolloquium. München: TCW, 1998.

WITT & WITT 1996

Witt, F.-J.; Witt, K.: Controlling für Mittel- und Kleinbetriebe. München: dtv, 1996.

WÜBBENHORST 1999

Wübbenhorst, K.: Der Konsument im nächsten Millenium. In: Pfohl, H.-C. (Hrsg.): Logistik 2000 plus. Visionen - Märkte - Ressourcen. Berlin: Schmidt, 1999. S. 79-108.

ZÖLLNER 1990

Zöllner, W. A.: Strategische Absatzmarktplanung. Kunden- und Wettbewerbsanalyse für Logistikunternehmen. Berlin: Springer, 1990.

ZÜLCH 1989

Zülch, G.: Der strategische Steuerungsraum. VDI-Z 131 (1989) 5, S. 58-65.

ZÜLCH 1990

Zülch, G.: Systematisierung von Strategien der Fertigungssteuerung. In: Zahn, E. (Hrsg.): Organisationsstrategie und Produktion. München: gfmt, 1990. S. 151-178.

10 Abbildungsverzeichnis

Bild 1-1	Abgrenzung des Betrachtungsbereichs (in Anlehnung an HEINEN [1991, S. 404FF.] und RABUS [1980, S. 84FF.])	5
Bild 1-2	Überblick über die Inhalte der Arbeit	6
Bild 2-1	Entwicklungsphasen der Logistikkonzeption (in Anlehnung an WILDEMANN [1997, S. 6])	8
Bild 2-2	Zusammenhang zwischen Wandlungsfähigkeit, Flexibilität und Reaktionsfähigkeit (in Anlehnung an REINHART [2000, S. 39])	16
Bild 2-3	Bestimmung der Breite des Flexibilitätskorridors	17
Bild 2-4	Reduzierung der Flexibilitätskorridore auf definierte Anpassungskonstellationen	17
Bild 2-5:	Anteile der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit an der Wandlungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Klassifizierung des Umfelds.....	19
Bild 2-6	Charakterisierung der Produktion in Unternehmen der variantenreichen Serienfertigung	21
Bild 2-7	Stellung der Logistik in mittelständischen und großen Unternehmen (in Anlehnung an FELDHahn [1991, S. 15 BZW. S. 21])	23
Bild 2-8	Klassifizierung der Einflüsse auf Logistiksysteme	25
Bild 2-9	Wirkzusammenhänge zwischen den unternehmensexternen Einflussgrößen und dem Logistik- bzw. Produktionssystem	27
Bild 2-10	Anpassungsmaßnahmen in Fertigungs- und Montagesystemen (nach SCHÄFER [1980, S. 76] und REINHART U.A. [1999C, S. 415]) ..	32
Bild 3-1	Modell der Wertkette [PORTER 1993, S. 63]	36
Bild 3-2	Das Wertsystem [PORTER 1993, S. 65].....	37
Bild 3-3	Modell der Prozesskette [KUHN 1995, S. 29]	39
Bild 3-4	Netzplanmodell von Logistikprozessen [JÜNEMANN 1989, S. 38]	41
Bild 3-5	Handlungsrahmen zur Konzeption agiler Unternehmen mit dem Ziel der Kostenführerschaft [WILDEMANN 1998, S. 5FF.].....	44

Bild 3-6	Problemlösungszyklus der Systemtechnik [DAENZER 1986, S. 41] ...	49
Bild 3-7	Grundstruktur der Logistikplanung (leicht modifizierte Darstellung von KAMINSKI [1999, S. 255])	51
Bild 3-8	Methodik des Logistik-Prototyping	55
Bild 3-9	Planung der Materialbereitstellung in der Montage (leicht modifizierte Darstellung aus BULLINGER & LUNG [1994, S. 225F.])	56
Bild 3-10	Frühwarnsystem auf Basis von Produktlebenszyklen (in Anlehnung an MERTENS & RACKELMANN [1979, S. 71])	63
Bild 4-1	Elemente des Logistikbausteins	74
Bild 4-2	Charakterisierung des Logistikbausteins durch Logistikkennzahlen..	75
Bild 4-3	Beziehungs-Portfolio (in Anlehnung an BENSAOU [1999, S. 38]).....	77
Bild 4-4	Hierarchische Modellbildung auf Basis des Logistikbausteins	78
Bild 4-5	Realisierung der Managementfunktionen im Logistikmodell	81
Bild 4-6	Überblick über die Strategieklassen.....	82
Bild 4-7	Strategiekategorie I	83
Bild 4-8	Strategiekategorie II	84
Bild 4-9	Strategiekategorie III.....	85
Bild 4-10	Strategiekategorie IV.....	86
Bild 4-11	Strategiekategorie V	87
Bild 4-12	Bewertungsmatrix der Anpassungsstrategien	88
Bild 5-1	Einordnung der Planungsaufgaben in den Planungsablauf.....	93
Bild 5-2	Methodik zur Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme	94
Bild 5-3	Aktivitäten der Planungsphase 1 - Planungsvorbereitung	96
Bild 5-4	Determinanten für die Analyse des Produkts.....	97
Bild 5-5:	Beobachtungsbereiche und Indikatoren zur Analyse des globalen Umfelds (in Anlehnung an Krystek & Müller [1999, S. 180])	98
Bild 5-6	Kunden- bzw. Marktsegmentportfolio mit Wertschöpfungsstrategien (in Anlehnung an LUBE [1997, S. 186])	99

Abbildungsverzeichnis

Bild 5-7	Erstellung der logistischen Kunden- bzw. Marktsegmentprofile	100
Bild 5-8	Entwicklung der Produktlebenszyklen mit Spezifikation der Varianten.....	101
Bild 5-9	Determinanten zur Analyse der Umsysteme aus logistischer Sicht .	102
Bild 5-10	Turbulenzbewertung der einzelnen Kunden- bzw. Marktsegmente.	103
Bild 5-11	Ermittlung des Gesamt-Turbulenzportfolios	105
Bild 5-12	Aktivitäten der Planungsphase 2 - Flexibilitätsplanung	108
Bild 5-13	Vorgehensweise zur Ermittlung der relevanten Planungsszenarien.	110
Bild 5-14	Darstellung des Entscheidungsraums	113
Bild 5-15	Auswahl des Entscheidungsverfahrens.....	114
Bild 5-16	Aktivitäten der Planungsphase 3 - Grobplanung	115
Bild 5-17	Ermittlung der bauteilbezogenen Absatzkurven und der szenarienabhängigen ABC-XYZ-Klassifizierungen.....	117
Bild 5-18	Szenarienabhängige Auswahl der Dispositionsstrategie mit Zuordnung der erlaubten Freiheitsgrade am Beispiel eines Bauteils....	120
Bild 5-19	Entscheidungstabelle für die Auswahl von Materialbereitstellungsstrategien [Bullinger & Lung 1996, S. 247]	121
Bild 5-20	Aktivitäten der Planungsphase 4 - Feinplanung	124
Bild 5-21	Konzeption des Controllingystems	130
Bild 5-22	Aktivitäten der Planungsphase 6 - Betrieb	131
Bild 5-23	Monitoringintervalle in Abhängigkeit vom Turbulenzgrad	134
Bild 5-24	Charakteristik der Reaktionsmuster.....	135
Bild 6-1	Funktionsorientierte Produktstruktur des Akkuschraubers	141
Bild 6-2	Erstellung des Gesamt-Turbulenzportfolios am Beispiel Akkuschrauber	143
Bild 6-3	Ausschnitt aus dem Entscheidungsraum mit Darstellung der Wandlungsstrategie.....	146

11 Glossar

- Anpassungsstrategie** Eine Anpassungsstrategie definiert die notwendigen Schritte, um ein Logistiksystem an Veränderungen der Umfeldgrößen zu adaptieren. Definiert wird dabei die Art (mit bzw. ohne Strukturänderung) und Tiefe (einzelne Elemente bis gesamte Logistikkette) der Anpassung.
- Dynamik** Die Dynamik beschreibt die Häufigkeit von Veränderungen der Systemelemente (Stabilität), das Ausmaß der Veränderungen (Intensität) und die Regelmäßigkeit der Veränderungsprozesse (Vorhersehbarkeit).
- Entscheidungsraum** Der Entscheidungsraum zeigt bedingte Entscheidungsergebnisse auf, die für jede potenzielle Umweltentwicklung eine Eventualentscheidung beinhalten.
- Flexibilität** Flexibilität kann als die Eigenschaft eines Systems betrachtet werden, die dessen Fähigkeit zur Bewältigung der Unsicherheit und der Dynamik des Umfelds angibt. Es werden Aktionsräume für spätere Entscheidungen geschaffen. Innerhalb dieser Aktionsräume kann das System flexibel auf die Realisation von Zufallsvariablen reagieren. Die Flexibilität selbst äußert sich in der Fähigkeit, an zwar sicher bekannte, aber wechselnde Anforderungen anpassbar zu sein.
- Flexibilitätsfenster** Ein Flexibilitätsfenster beschreibt für ein definiertes Szenario die zulässige zeitliche und wertmäßige Varianz. Ziel der Festlegung dieser beiden Toleranzgrenzen ist die Erhöhung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Szenarios.
- Flexibilitätskorridor** Ein Flexibilitätskorridor beschreibt einen vordefinierten Aktionsraum, innerhalb dessen ein System sich an Veränderungen des Umfelds anpassen kann.

- Flexibilitätsplanung** Die Flexibilitätsplanung stellt im Rahmen der Methodik zur Planung wandlungsfähiger Logistiksysteme die zweite Phase dar. Ziel der Phase ist die zeitabhängige Festlegung der logistischen Ziele und Kenngrößen, die für die definierten Situationsszenarien benötigte Flexibilität sowie die Definition der langfristigen Wandlungsstrategie auf Basis des vordefinierten Entscheidungsraums.
- flexible Planung** Das Konzept der flexiblen Planung berücksichtigt den Zeitaspekt in Form einer Hierarchisierung der Planung. Dabei wird das Planungsproblem in kleinere Probleme mit kürzeren, abgeschlossenen Zeitperioden unterteilt. Erst nach Lösung aller Partial-Probleme kann das komplette Problem gelöst werden.
- Komplexität** Die Komplexität beschreibt die Anzahl, Verschiedenheit und Interdependenz der Umfeldkriterien.
- Logistik** Logistik ist die markt- und wettbewerbsorientierte, integrierte Planung, Gestaltung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Objektflusses (Material, Personen, Information, Energie) in Unternehmen sowie zwischen Unternehmen und ihrer Umwelt. Der Betrachtungsgegenstand umfasst die gesamte Wertschöpfungskette, wobei sich die Art der Funktionserfüllung und die Gestaltung der Aufgaben an den Unternehmenszielen orientiert.
- Logistikcontrolling** Das Logistikcontrolling stellt ein Subsystem des Unternehmenscontrolling dar und hat die Funktion, die Logistikführung bei ihren Planungs-, Koordinations- und Kontrollaufgaben zu unterstützen.
- Logistikstrategie** Eine Logistikstrategie beschreibt ausgehend von den zu erfüllenden Kundenanforderungen den Weg, der zur Erreichung der logistischen Ziele zu einem definierten Zeitpunkt verfolgt werden soll.
- Logistiksystem** Ein Logistiksystem ist ein offenes, dynamisches System, das aus einer Menge von Objekten besteht, die zueinander in Beziehung stehen. Ein Objekt ist dabei eine ab-

grenzbare Einheit, die durch Merkmalsausprägungen charakterisiert ist. Die Objekte des Systems können materieller (z.B. Leistungsobjekt) oder immaterieller (z.B. Information) Natur sein. Es handelt sich um ein offenes System, da seine Objekte zur Systemumwelt in Beziehung stehen. Dadurch unterliegen die Objekte einer zeitlichen Veränderung, so dass Logistiksysteme dynamische Systeme darstellen.

Migration

Unter Migration wird eine schrittweise, zielgerichtete Entwicklung von einem Anfangs- in einen Endzustand verstanden. Die Migrationsstrategie gibt die logische Reihenfolge der erforderlichen Veränderungen im System an, die in ihrer Gesamtheit zu einer Transformation in den Endzustand führen. Die Migrationsstrategie beschreibt im Gegensatz zur Wandlungsstrategie nur den Übergang zwischen zwei definierten Situationsszenarien.

Modell

Ein Modell ist ein Abbild der Realität. Dabei ist es aber nicht imstande, alle Aspekte der komplexen und vielschichtigen Wirklichkeit zu erfassen, sondern betrachtet nur die wesentlichen und interessierenden Ausschnitte.

Monitoringsystem

Ein Monitoringsystem ist ein Teil eines Controlling-systems, das sich auf die Informationserfassung und -aufbereitung beschränkt.

Planung

Unter Planung versteht man das gedankliche Durchdringen eines zukünftigen Geschehens mit dem Ziel, diejenigen Entscheidungen vorzubereiten und zu treffen, die zur Erreichung des gewünschten Zustands notwendig sind.

Prozessszenario

Unter einem Prozessszenario wird die Darstellung eines Entwicklungspfades aus der Gegenwart in die Zukunft verstanden. Ein Prozessszenario bildet die Migration zwischen zwei Situationsszenarien ab.

- Reaktionsfähigkeit** Reaktionsfähigkeit bezeichnet das Potenzial eines Systems, auf eingetretene, unvorhersehbare Ereignisse zu reagieren und sich neuen Situationen anpassen zu können. Als Potenzial ist die Reaktionsfähigkeit damit ungerichtet. Die Umsetzung des Potenzials zeigt sich dagegen in der Realisation eines Zielvektors in einer speziellen realisierten Umweltsituation.
- Reaktionsmuster** Ein Reaktionsmuster stellt den Selektionsprozess zur Adaption eines Systems an Veränderungen des Umfelds dar. Dabei schlägt ein Reaktionsmuster in Abhängigkeit der ermittelten Veränderung und deren Auswirkung im Logistiksystem eine Strategiekategorie und einen gezielten Rücksprung in eine Planungsphase vor.
- Situationsszenario** Ein Situationsszenario charakterisiert ein Zukunftsbild zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dabei wird die Migration in den zukünftigen Systemzustand nicht beschrieben.
- Turbulenz** Unter Turbulenz versteht man eine hohe Dynamik in der Veränderung der Ausprägung und Intensität der Umfeldkriterien sowie eine hohe Komplexität.
- Wandel** Der Begriff Wandel charakterisiert die Umsetzung des Potenzials der Wandlungsfähigkeit und bedeutet substantielle Veränderungen im Unternehmen. Es werden revolutionäre Sprünge und Umgestaltungen vorgenommen, die sich von einer kontinuierlichen Verbesserung und evolutionären Weiterentwicklung differenzieren.
- Wandlungsfähigkeit** Wandlungsfähigkeit beschreibt die Fähigkeit von Unternehmen, sich hinsichtlich Anforderungen des turbulenten Umfelds anzupassen, die nicht unbedingt geplant und vorhersehbar waren. Die Dimensionen, in denen Veränderungen stattfinden, müssen nicht vorher bekannt gewesen sein. Das Potenzial der Wandlungsfähigkeit wird dabei gebildet aus Flexibilität und Reaktionsfähigkeit.
- Wandlungsstrategie** Die Wandlungsstrategie beschreibt die langfristige Weiterentwicklung eines Logistiksystems.

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, F.*
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.*
Schneiderdierete 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 *Berthelmeß, P.*
Montagegerechtes Konstruieren durch die Integration von Produkt- und Montageprozeßgestaltung
1987 · 70 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18120-2
- 10 *Reithofer, 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 Karosserieteilen 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, D.*
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 Programmbaukastens 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 Zustandsregelung 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. · 145 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 *Kummelsteiner, 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 *Rath, 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 *Zah, M. F.*
Dynamisches Prozeßmodell Kreissägen
1995 · 95 Abb. · 186 Seiten · ISBN 3-540-58624-5
- 80 *Zwanzel, N.*
Technologisches Prozeßmodell für die
Kugelschleifbearbeitung
1995 · 65 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-58634-2
- 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 *Siman, 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 Teilerstellung in
Montageanlagen
1995 · 83 Abb. · 168 Seiten · ISBN 3-540-58999-6
- 88 *Limmer, 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, Gh.*
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 *Krönert, 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 *Lindermaier, 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 *Pfob, E.*
Modellgestützte Arbeitsplanung bei Fertigungsmaschinen
 1999 · 69 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-65525-5
- 121 *Spitznagel, J.*
Erfahrungsgel leitete 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

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
 lieferbar ab ca. 05/01
- 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
 lieferbar ab ca. 08/01
- 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
 lieferbar ab ca. 08/01
- 150 Böhl, Jörg
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
 lieferbar ab ca. 08/01
- 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