

Forschungsberichte

iwb

Band 137

Arnd G. Hirschberg

***Verbindung der Produkt-
und Funktionsorientierung
in der Fertigung***

***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., 2000

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 2000

ISBN 3-89675-729-6

Printed in Germany

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

Geleitwort der Herausgeber

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. Dieter Spath, dem Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik der Universität Karlsruhe (TH), möchte ich mich für die Übernahme des Koreferates und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit sehr herzlich bedanken, bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Willibald Günthner für die Übernahme des Vorsitzes.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts sowie allen Studenten, die mich bei der Erstellung meiner Arbeit unterstützt haben, recht herzlich.

Nicht zuletzt gilt ein ganz besonderer Dank meiner Frau Isabel, die mich mit ihrer mentalen Unterstützung sowie ihrer unermüdlichen Geduld bei der Erstellung der Arbeit entscheidend motiviert hat.

München, im April 2000

Arnd Hirschberg

1	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	3
1.1	AUSGANGSSITUATION	3
1.2	ZIELSETZUNG	6
1.3	FOKUS DER ARBEIT	9
1.4	AUFBAU DER ARBEIT	10
2	EINORDNUNG DER ARBEIT	13
2.1	ORGANISATION VON UNTERNEHMEN	13
2.1.1	<i>Differenzierung oder Integration</i>	14
2.1.2	<i>Lernen innerhalb von Strukturen</i>	16
2.2	FERTIGUNGSSTRUKTURIERUNG	16
2.2.1	<i>Definition der Fertigungsstrukturierung</i>	17
2.2.2	<i>Einordnung der Fertigungsstrukturierung in die Fabrikplanung</i>	18
3	STAND DER FORSCHUNG UND TECHNIK	20
3.1	FERTIGUNGSSTRUKTUREN	21
3.1.1	<i>Funktionsorientierte Strukturen</i>	21
3.1.2	<i>Produktorientierte Strukturen</i>	25
3.1.3	<i>Kombinationen der Produkt- und Funktionsorientierung</i>	37
3.1.4	<i>Defizite im Bereich der Fertigungsstrukturen</i>	39
3.2	PLANUNGSVERFAHREN DER FERTIGUNGSSTRUKTURIERUNG	41
3.2.1	<i>Allgemeingültige Planungsansätze</i>	41
3.2.2	<i>Planung von Fertigungsinseln - Teilefamilienbildung</i>	46
3.2.3	<i>Planung von Segmenten - Fraktalen</i>	49
3.2.4	<i>Bestimmung der Fertigungstiefe - Make or Buy</i>	49
3.2.5	<i>Partizipative Planungsansätze</i>	51
3.2.6	<i>Defizite der Planungsverfahren</i>	52
3.3	KONTINUIERLICHE ENTWICKLUNG DER FERTIGUNGSSTRUKTUREN	54
3.3.1	<i>Kaizen und Business Reengineering</i>	54
3.3.2	<i>Selbstorganisation</i>	56
3.3.3	<i>Werkzeuge zur Strukturüberwachung bzw. des Controllings</i>	57
3.3.4	<i>Defizite im Bereich der kontinuierlichen Entwicklung der Fertigungsstrukturen</i>	61
3.4	PRODUKTIONSSTEUERUNG	61
3.5	ZUSAMMENFASSUNG DER DEFIZITE UND HANDLUNGSBEDARF	62
4	KONZEPTION - KERNINSEL-DIENSTLEISTERKONZEPT	68
4.1	DAS STRUKTURKONZEPT	68
4.1.1	<i>Kerninseln - Mittelpunkte der Produktorientierung</i>	70
4.1.2	<i>Dienstleister - Mittelpunkte der Funktionsorientierung</i>	73
4.1.3	<i>Die Gesamtstruktur aus Kerninseln und Dienstleistern</i>	78
4.2	DAS PLANUNGSVERFAHREN	78
4.2.1	<i>Gesamtablauf der Planung</i>	79
4.2.2	<i>I. Planungsschritt: Produktgruppenanalyse</i>	80
4.2.3	<i>II. Planungsschritt: Betriebsmittelanalyse</i>	82

4.2.4	III. Planungsschritt: Mustervergleich	92
4.2.5	IV. Planungsschritt: Ableitung von Umsetzungsstrategien.....	99
4.2.6	Planungsergebnisse.....	101
4.2.7	Dienstleister = Externer Lieferant?.....	102
4.3	MÖGLICHKEITEN DES STRUKTURMONITORINGS.....	103
4.4	PRODUKTIONSSTEUERUNG FÜR DIENSTLEISTER	105
4.4.1	Konzept	106
4.5	ZUSAMMENFASSUNG DES KONZEPTEES	109
5	EVALUATION IN PRAXISBEISPIELEN	111
5.1	ERSTES PRAXISBEISPIEL: ZULIEFERER DER NUTZFAHRZEUGINDUSTRIE.....	111
5.1.1	I. Planungsschritt: Produktgruppenanalyse	113
5.1.2	II. Planungsschritt: Betriebsmittelanalyse	115
5.1.3	III. Planungsschritt: Mustervergleich	115
5.1.4	IV. Planungsschritt: Ableitung von Umsetzungsstrategien.....	118
5.1.5	Monitoring der Struktur in den Folgemonaten.....	119
5.1.6	Erkenntnisse aus dem ersten Praxisbeispiel	119
5.2	ZWEITES PRAXISBEISPIEL: UNTERNEHMEN DES ANLAGENBAUES	120
5.2.1	Die Struktur	122
5.2.2	Dezentrale Produktionssteuerung für Dienstleister.....	123
5.2.3	Erkenntnisse aus dem zweiten Praxisbeispiel	127
6	WIRTSCHAFTLICHER NUTZEN DES DIENSTLEISTER-KERNINSELKONZEPTEES	128
6.1	QUALITÄT	128
6.2	ZEIT	129
6.3	KOSTEN.....	131
6.3.1	Fertigungskosten.....	132
6.3.2	Restrukturierungskosten	134
6.4	ZUSAMMENFASSUNG DES NUTZENS	135
7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	137
8	LITERATUR.....	141
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	154

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1 Ausgangssituation

Mit dem Wort „turbulent“ in der Bedeutung der hochkomplex dynamischen Veränderung wird in den letzten Jahren das Umfeld vieler Unternehmen beschrieben. Veröffentlichungen zum Thema werden beherrscht von der These, daß das Umfeld der Unternehmen immer turbulenter werde. Als Reaktion wird die Wandlungsfähigkeit der Unternehmen gefordert (Reinhart u.a. 1999; Kühnle & Sternemann 1998; Westkämper 1999a; Versteegen 1997).

Eine im Auftrag des BMBF 1998 durchgeführte Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik unterstützt in wesentlichen Punkten diese These der sich beschleunigenden Veränderung des Umfeldes (BMBF 1998). Es wird eine Verkürzung der Time-to-Customer um 50% bzw. eine spontane Netzwerkbildung von Unternehmen vorhergesagt. Eine immer größere Anzahl von Unternehmen etabliert sich als global player und muß mit einer zunehmenden Anzahl an Interdependenzen zurechtkommen. Heinrich von Pierer, Vorstandsvorsitzender der Siemens AG, sprach schon 1997 davon, daß sein Unternehmen 80% des Umsatzes mit Produkten macht, die nicht älter als 2 Jahre sind (v. Pierer 1998). Immer neue Produkte müssen in immer kürzerer Zeit auf den Markt gebracht werden (Spath u.a. 1998). Die Variantenzahlen steigen immer weiter, je mehr die Individualisierung der Produkte voranschreitet. Neue Herausforderungen ergeben sich auch aus der rasanten technischen Entwicklung in den Bereichen der Informations- und Kommunikationstechnik. Die Dynamik dieser Branche überträgt sich auf viele weitere Bereiche. Die aufgeführten Fakten und Thesen lassen den Schluß zu, daß die Turbulenz der Märkte und damit die des Umfeldes vieler Unternehmen weiter zunehmen wird.

Unterliegt das Unternehmen einer hohen Turbulenz, so stellt sich die Frage, welche Möglichkeiten zum Umgang mit der Turbulenz existieren. Eine häufig formulierte Antwort lautet: Unternehmen müssen sich in ihren

Organisationsstrukturen wandeln (Lay u.a. 1997, S. 10; Tushman & O'Reilly 1998; Uhlmann & Schröder 1998). Aus dem turbulenten Umfeld der Unternehmen ergibt sich die Notwendigkeit der ständigen Anpassung an die äußeren Veränderungen.

Vor diesem Hintergrund erscheinen auch die Ergebnisse einer Studie des Institutes für Medienentwicklung und Kommunikation (IMK 1997, S. 11) plausibel, demzufolge aktuell bei 55% der deutschen Unternehmen ein Reorganisationsbedarf besteht. Mit 66% ist der Reorganisationsbedarf im Maschinenbau besonders groß. Die Strukturen im Maschinenbau werden als nicht innovativ und aufgebläht eingeschätzt (IMK 1997, S. 12). Es wurde weiterhin festgestellt, daß die Masse der Reorganisationen im Maschinenbau erst Mitte der 90er Jahre startete und daß die metallverarbeitende Industrie zumeist an der Linienorganisation festhält.

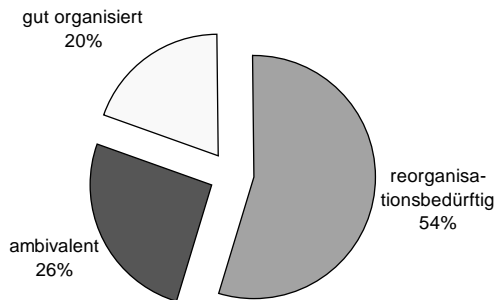


Abbildung 1-1: Reorganisationsbedürfnis der deutschen Unternehmen (IMK 1997, S. 11)

Obwohl durch die Einführung von produktorientierten Strukturen wie beispielsweise Fertigungsinseln oder Segmenten in den letzten Jahren viele Produktionsunternehmen ihre Durchlaufzeit und Bestände deutlich reduzierten (Burbidge 1994a; Gronau & Brinkmann 1996; Decker 1995; Gerlach u.a. 1996; Tönshoff u.a. 1995), konnten sie nicht überall Anwendung finden (Lay u.a.

1997, S. 9). Ein wesentlicher Grund für den zeitlichen Rückstand vieler Produktionsunternehmen und das Festhalten an der tradierten funktionsorientierten Organisation sind nach Lutz (Lutz u.a. 1996) die technischen Hindernisse, die insbesondere im Maschinenbau der produktorientierten Ausrichtung entgegenstehen. Wesentliche kostenrelevante Hindernisse eines flächendeckenden Aufbaus der produktorientierten Strukturen sind die Umzugsaufwände der Maschinen und die Notwendigkeit, verschiedene Skaleneffekte durch die Nutzung vorhandener Anlagen und Maschinen durch verschiedene Produktgruppen zu berücksichtigen. Insbesondere gewachsene Produktionsbetriebe stehen vor scheinbar unlösbaren Problemen bei der Reorganisation ihrer Fertigungen (Tönshoff & Glöckner 1994).

Lay u.a. (1997, S.4) beklagen, daß die Reorganisationskonzepte der letzten Jahre in den Produktionsbetrieben als Rezepte mißverstanden wurden. Dieser Rezeptcharakter zusammen mit einer Vielfalt von Botschaften führte zu Verwirrungen und hatte fatale Konsequenzen: Die Begriffe zur Charakterisierung der neuen Produktionskonzepte wurden zu inhaltsleeren Modebegriffen mit immer kürzerer Halbwertszeit. Notwendige Reorganisationsmaßnahmen blieben auf halbem Wege stecken und die Mitarbeiter wurden demotiviert (Lay u.a. 1997, S.4), da die Strukturen nicht unternehmensspezifisch ausgewählt und angepaßt wurden. Gefordert ist ein flexibleres Konzept, das die Vorteile von Werkstattfertigung, als funktionsorientiertes Strukturierungskonzept, und produktorientierten Konzepten vereinigt (Tönshoff & Glöckner 1994).

Nicht nur die einmaligen Aufwendungen stehen der produktorientierten Ausrichtung vieler Fertigungsbetriebe entgegen, sondern in vielen Fällen auch die zunehmende Unsicherheit des Umfeldes. Diese Turbulenz erzwingt eine schnelle Anpassung des Produktprogramms, die bei einer produktorientierten Anpassung häufige Anpassungen der Produktionsbereiche bedingt. Die Zyklen der Restrukturierung werden immer kürzer und unterschreiten deutlich die Nutzungszeiträume der Anlagen und Maschinen (Westkämper 1999a).

1.2 Zielsetzung

Die Herausforderung besteht in der Integration vorhandener Anlagen und Maschinen in neue Fertigungsstrukturen, die die Vorteile der Funktions- und Produktorientierung vereinigen (Tönshoff & Glöckner 1994), und der kontinuierlichen Überwachung und Anpassung der Fertigungsstrukturen an die sich verändernden Randbedingungen.

Das Ziel der hier vorliegenden Arbeit kann somit folgendermaßen formuliert werden: Es muß ein Strukturkonzept und Planungsverfahren für Fertigungsbereiche erarbeitet werden, das den veränderten Bedingungen der Produktionsunternehmen gerecht wird. Es lassen sich aus der in der Einleitung beschriebenen kurzen Betrachtung der Situation neben den klassischen Zielen nach kurzer Durchlaufzeit, hoher Qualität und geringen Kosten drei Forderungen an moderne Fertigungsstrukturen ableiten:

- Wandlungsfähigkeit der Fertigungsstrukturen,
- die schnelle Umsetzbarkeit und die Begrenzung der Umsetzungskosten sowie
- die Berücksichtigung der Unternehmensspezifika.

Was bedeutet die in so vielen Veröffentlichungen beschriebene Wandlungsfähigkeit (vgl. Seibt 1997; Kühnle & Sternemann 1998; Westkämper 1999a; Versteegen 1997)? Wandlungsfähigkeit ist nach Reinhart u.a. (1999) die Fähigkeit von Unternehmen, sich auch hinsichtlich derjenigen Anforderungen zu verändern, die nicht vorhersehbar und geplant waren. Die Dimensionen bzw. Richtungen, in denen Veränderungen stattfinden, müssen im Rahmen der Wandlungsfähigkeit nicht vorher bekannt gewesen sein (vgl. Hartmann & Spiewack 1999).

Vergegenwärtigt man sich diese Anforderungen, dann wird deutlich, daß allein flexible Lösungen zur Erreichung von Wandlungsfähigkeit nicht genügen können. Flexibilität (vgl. Abbildung 1-2) kann verallgemeinert als die Möglichkeit zur Veränderung in vorgehaltenen Dimensionen und Szenarien bezeichnet

werden.

Was geschieht jedoch, wenn die Prognosen falsch waren, wenn sich der Markt in eine andere Richtung als erwartet bewegt? Dann ist die Flexibilität zwar immer noch vorhanden, kann aber nicht zum Vorteil am Markt eingesetzt werden. Was zur Erreichung der Wandlungsfähigkeit eines Unternehmens fehlt und zur Flexibilität hinzukommen muß, ist die Reaktionsfähigkeit:

Erst durch die Reaktionsfähigkeit eines Unternehmens wird es möglich, auch jenseits vorgedachter Dimensionen und Korridore zu agieren. Die Reaktionsfähigkeit ist ein Potential, das für verschiedene Szenarien des Wandels genutzt werden kann. Reaktionsfähigkeit ist demnach ungerichtet. Am einfachsten zu erreichen ist Reaktionsfähigkeit über die Kreativität und Innovationsfähigkeit der Mitarbeiter im Unternehmen. Neue Lösungen können von diesen erdacht und in kurzer Zeit umgesetzt werden.

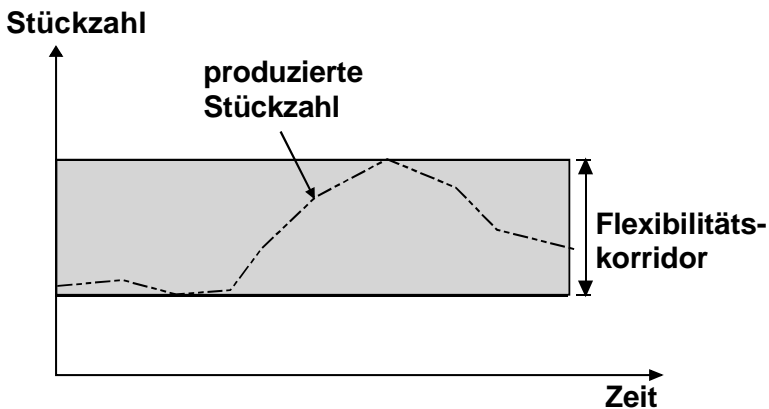


Abbildung 1-2: Stückzahlflexibilität dargestellt in Dimension und Korridor (Reinhart u.a. 1999)

Doch erst beide zusammen - Reaktionsfähigkeit und Flexibilität - beschreiben ein Maß für die Fähigkeit von Unternehmen, sich an das turbulente Umfeld zu adaptieren: die Wandlungsfähigkeit. Genau dieses muß auch von den Fertigungsstrukturen gefordert werden.

Die zunehmende Umfeldturbulenz, wie beispielsweise die Zunahme der Varianten im Automobilbau (Milberg 1997), erfordert nicht nur die Möglichkeit der Wandlungsfähigkeit, sondern zusätzlich eine schnelle Umsetzbarkeit der Fertigungsstruktur. Langwierige Umsetzungsprozesse sind zu vermeiden und die Kosten der Umzugsmaßnahmen in der Fertigung gering zu halten. Dies wird insbesondere unter der Prämisse wichtig, daß die einmal geplanten Strukturen einem ständigen Wandlungsprozeß unterliegen werden. Ein immer fortschreitender Umstellungsprozeß wird notwendig.

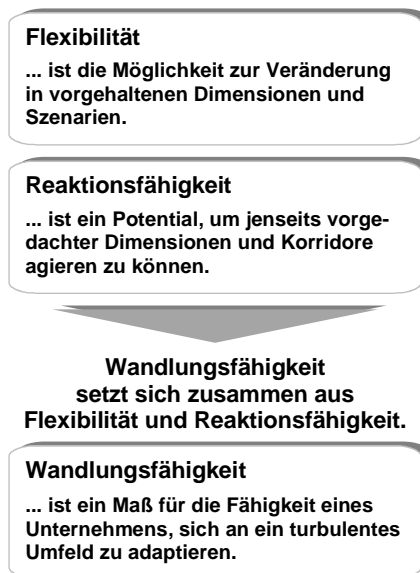


Abbildung 1-3: Definition der Wandlungsfähigkeit – Reaktionsfähigkeit – Flexibilität (Reinhart u.a. 1999)

Die Fertigungsstrukturen müssen, wie beispielsweise Lay u.a. (1997) beschreiben, um die Akzeptanz zu erhöhen und um individuelle Wettbewerbsvorteile des Unternehmens zu erhalten, die Unternehmensspezifika berücksichtigen.

1.3 Fokus der Arbeit

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Restrukturierung von Fertigungsbereichen, da dort die Strukturbestimmung durch vorhandene Anlagen und Betriebsmittel eine wesentliche Rolle spielt und die Restrukturierung in diesen Fällen neben den organisatorischen und menschlichen, große technische Hindernisse überwinden muß. Der Handlungsbedarf wird, wie auch die IMK-Studie (IMK 1997) bestätigt, als sehr groß eingeschätzt.

Die verschiedenen Arbeitssystemformen von Produktionsunternehmen können nach Fertigungsart und Fertigungsprinzip bzw. -struktur (Eversheim 1989, S.25) unterschieden werden. Die Fertigungsart ergibt sich aus der Reihenfolge des Auftragsdurchlaufs sowie aus der Zuordnung der entsprechenden Zeitanteile am Arbeitsablauf (Bsp.: Einzel-, Serien-, Massenfertigung). Das Fertigungsprinzip hingegen beschreibt die räumliche und organisatorische Struktur eines Arbeitssystems (Abbildung 1-4).

		Fertigungsprinzipien			
		Baustellenfertigung	Werkstattfertigung	Gruppenfertigung	Fließfertigung
		(D) Drehen (F) Fräsen (B) Bohren (S) Schleifen			
Fertigungsarten	Einzelfertigung	●	●		
	Kleinserienfertigung	◐	●	●	
	Mittelserienfertigung		◐	●	
	Großserienfertigung			◐	◐
	Massenfertigung				●

● geeignet ◐ eingeschränkt geeignet

Abbildung 1-4: Einsetzeignung verschiedener Fertigungsprinzipien (vgl. Kettner 1984, S. 222; Dolezalek 1973, S. 141; Spath & Riedmiller 1996)

Wie aus der Abbildung 1-4 ersichtlich ist, liegen im Bereich der Mittel- und Kleinserienfertigung die grundsätzlich unterschiedlichen Alternativen der Gruppenfertigung und der Werkstattfertigung vor. Gerade hier erscheint eine planvolle Auswahl aus den Strukturalternativen als notwendig.

Dieser nicht unwesentlichen Gruppe der Produktionsunternehmen soll mit der vorliegenden Arbeit ein Strukturkonzept und Planungsverfahren vorgelegt werden, das es ihr erleichtert, ihre spezifische Struktur zur Stärkung ihrer individuellen Wandlungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit zu erarbeiten.

1.4 Aufbau der Arbeit

Die Entwicklung eines anforderungsgerechten Strukturkonzepts und eines Planungsverfahrens für den Fertigungsbereich in der Klein- und Mittelserienfertigung bedingt zur Einordnung in den Gesamtkontext (Kapitel 2) eine Betrachtung der Grundlagen der Organisationsplanung und darauf aufbauend der Fertigungsstrukturierung. Die besonderen Bedingungen in den Fertigungsbereichen bei Umstrukturierungen werden anschließend herausgearbeitet und die Einbindung in die Fabrikplanung beschrieben.

I. Kapitel: Einleitung				
II. Kapitel: Einordnung der Arbeit				
	Produktionsstruktur	Planungsverfahren	Monitoring	Produktionssteuerung
III. Kapitel: Stand der Forschung	3.1	3.2	3.3	3.4
IV. Kapitel: Kerninsel-Dienstleisterkonzept	4.1	4.2	4.3	4.4
V. Kapitel: Evaluation	5.1/5.2	5.1	5.1	5.2
VI. Kapitel: Nutzen				
VII. Kapitel: Zusammenfassung				

Abbildung 1-5: Aufbau der Arbeit

Aufbauend auf diese grundsätzlichen Betrachtungen wird im folgenden Kapitel 3 dargestellt, welche Strukturkonzepte, Planungsmethoden und Strukturmonitoringmethoden heute eingesetzt werden bzw. den Stand der Forschung repräsentieren. Eine Vielzahl von Ansätzen aus den Bereichen der produktorientierten Ausrichtung von Fertigungsbereichen wird aufgezeigt und an den Anforderungen erfolgreicher Gruppenarbeit gespiegelt, da hier ohne Zweifel wesentliche Erfolgchancen heutiger Produktionskonzepte liegen (Burbidge 1994a; Burbidge 1994b; Gronau & Brinkmann 1996; Decker 1995; Gerlach u.a. 1996; Tönshoff u.a. 1995). Kritisch beleuchtet wird die Unterstützung der Wandlungsfähigkeit und die Einbeziehung der Unternehmensspezifika in die Planungsansätze.

Im dritten Teil des Standes der Forschung wird auf die Ansätze zur Weiterentwicklung der Fertigungsstrukturen eingegangen. An dieser Stelle wird aufgezeigt, welche selbstorganisatorischen Ansätze bzw. zentralen Planungsinstrumente eingesetzt werden können. Besondere Aufmerksamkeit soll dabei der Möglichkeit gewidmet werden, die vorhandenen Methoden zur Planung der Strukturen als Werkzeuge des Strukturmonitorings einzusetzen. Es soll untersucht werden, ob ein Methodenbruch stattfindet, d.h. ob sich die eingesetzten Methoden der Planung zu den des Monitorings wesentlich unterscheiden.

Abgeleitet aus den Defiziten des Standes der Forschung und den Zielen dieser Arbeit werden Grundpfeiler des Konzeptes formuliert. Als Beitrag zur Lösung der Probleme wird das Dienstleister-Kerninselkonzept vorgestellt. Nach der Formulierung der Grundidee wird auf die einzelnen Strukturelemente - Dienstleister und Kerninseln - eingegangen.

Nach der Darstellung der Strukturidee wird dem Leser das Planungsverfahren auf Grundlage des Planungsoktogens als Hilfsmittel zur Bewertung von Strukturentscheidungen geschildert. Nicht nur die einmalige Planung der Strukturen steht im Mittelpunkt der Ausführungen, sondern auch deren Anwendung als Strukturmonitoringinstrument zur kontinuierlichen Optimierung und Weiterentwicklung der Struktur sowie ein Steuerungshilfsmittel zur

Auftragssteuerung.

Kapitel 5 zeigt eine Betrachtung zweier Anwendungsbeispiele aus der Industrie. Dort konnten die vorgestellten Verfahren und Strukturen evaluiert werden. Als Anwendungsbeispiele dienen ein Unternehmen aus dem Bereich der Zulieferer der Nutzfahrzeugindustrie sowie ein Unternehmen aus dem Anlagenbau. Diese Beispiele sollen neben der Evaluierung der Methoden auch anhand der vorgestellten Produktionssituationen die Praxisrelevanz der Fragestellung dokumentieren.

Im anschließenden Kapitel wird auf die Frage nach dem Nutzen des Konzeptes für die Unternehmen eingegangen. Betrachtungswinkel sind die drei Nutzendimensionen Zeit, Qualität und Kosten.

Zusammenfassend vergleicht das letzte Kapitel dieser Arbeit dann das neue Konzept mit den aufgestellten Zielen aus Abschnitt 1.2. Es wird abschließend ein Ausblick gegeben auf die sich aus dem dargestellten Konzept sowie den Erfahrungen aus der Praxis ergebenden Fragestellungen.

2 Einordnung der Arbeit

Um das Verständnis des Lesers für die Aufgaben und Anforderungen an die Fertigungsstrukturierung im Produktionsunternehmen zu verbessern, wird in diesem Kapitel zunächst auf die theoretischen Grundlagen der Organisationslehre eingegangen, anschließend wird die Fertigungsstrukturierung definiert und in die Vorgehensweisen zur Planung einer Fabrik eingeordnet.

2.1 Organisation von Unternehmen

Im vorliegenden Abschnitt soll ausgeführt werden, was Organisation heißt, was organisieren eigentlich bedeutet und warum es Organisationsstrukturen in Unternehmen gibt. Referenziert wird sich in dieser Arbeit auf grundlegende Arbeiten der Organisationslehre. Schreyögg schreibt hierzu:

Der Begriff Organisation ist zum selbstverständlichen Begriff unserer Alltagssprache geworden. Es ist aber festzustellen, daß wir üblicherweise zwei Bedeutungen verwenden. Einerseits bezeichnen wir ganze Systeme so, wir sprechen von Unternehmen, Kirchen usw. als Organisationen. Andererseits haben wir nur ein besonderes Merkmal von Systemen vor Augen, das wir Organisation nennen. Wir sprechen von veralteten Organisationen, Umorganisationen usw.. Deshalb unterscheidet die Organisationstheorie die beiden Fälle, im ersten Fall wird vom institutionellen, im zweiten Fall vom instrumentellen Organisationsbegriff gesprochen. (Schreyögg 1996, S.9; vgl. Picot u.a. 1997)

Schon diese sehr kurze Darstellung des Begriffes Organisation zeigt deutlich, daß Organisation mit Regelmäßigkeit und Ordnung einhergeht. Durch den Vorgang des Organisierens wird diese Ordnung hergestellt.

Nach Schreyögg (1996, S. 11) geht es beim Organisieren im Kern darum, Regelungen zu schaffen: Regeln zur Festlegung der Aufgabenverteilung, Regeln der Koordination, Verfahrensrichtlinien, Beschwerdewege, Kompetenzabgrenzungen, Weisungsrechte, Unterschriftsbefugnisse aufzustellen und

festzulegen. Die durch Regeln geschaffene Ordnung eines sozialen Systems heißt Organisationsstruktur. Die Aufbauorganisation soll die Abteilungs- und Stellengliederung sowie das Instanzengefüge regeln. Die Ablauforganisation soll dagegen die räumliche und zeitliche Rhythmisierung und Abstimmung der Arbeitsgänge zum Gegenstand haben (Kosiol 1976, S. 32; vgl. Wiendahl 1989, S. 13).

Die organisatorischen Regeln sollen einen effizienten Aufgabenvollzug sicherstellen (Schreyögg 1996), haben aber darüber hinaus eine systemtheoretische Bedeutung. Das Organisieren bzw. das Strukturieren von Fertigungsbereichen kann bei im Wettbewerb stehenden Unternehmen kein Selbstzweck sein, sondern muß ein Mittel zum Erlangen von langfristigen Wettbewerbsvorteilen sein. Was sind aber die Ziele des Organisierens, um diese langfristigen Wettbewerbsvorteile zu erreichen?

Aus systemtheoretischer Sicht (Schreyögg 1996, S. 109) sind organisatorische Strukturen in den Prozeß einzuordnen, die Umweltkomplexität auf ein bearbeitbares Maß zu reduzieren. Nachdem sich Systeme durch die Bildung einer Differenz zur Umwelt konstituieren, unterscheiden sich System und Umwelt stets durch ein Komplexitätsgefälle (Schreyögg 1996, S. 109). Das heißt, daß Elemente, die hochkomplexe Beziehungen pflegen, in Einheiten organisatorisch zusammengefaßt werden sollten.

2.1.1 Differenzierung oder Integration

Das Kernproblem der Organisationsgestaltung besteht in der Findung des richtigen Grades der Differenzierung bzw. Integration der Aufgaben in einem Unternehmen (Schreyögg 1996, S. 112; Czichos 1993, S. 388). Die Differenzierung beschreibt die Arbeitsteiligkeit der Bearbeitung von Aufgaben und entspricht dem tayloristischen Gedanken (Taylor 1977). Mit der Arbeitsteiligkeit ist eine Spezialisierung der Einheiten bzw. Mitarbeiter möglich. Die Aufgabe wird auf ein intellektuell verarbeitbares Maß reduziert und synergetische Effekte zwischen verschiedenen Auftragsprozeßketten erreicht. Wissen wird im wesentlichen über die einzelnen Tätigkeiten erworben. Die

Koordination der Aufgaben übernehmen spezifische Einheiten.

Die Differenzierung schafft in vielen Fällen Steuerungskomplexität (Schreyögg 1996, S. 158), da der Abstimmungsbedarf und der Bedarf an Regelungen und der notwendige Kapazitätsausgleich wachsen. In diesem Feld finden verschiedene informationstechnische Lösungen, wie die klassischen PPS-Systeme mit ihren weitreichenden Möglichkeiten, Einsatz. Formalisierbare Regeln und Abläufe zur Abstimmung von Prozessen können in diesen Systemen abgelegt und automatisiert angewendet werden. Die notwendigen Informationen erfordern große Datenbestände und leistungsfähige Softwaresysteme.

Demgegenüber steht als mögliche Alternative in der Organisationslehre die Integration von Aufgaben (Schreyögg 1996). Verschiedene Aufgaben innerhalb einer Prozeßkette werden zusammengefaßt, um den Abstimmungsbedarf zeitlicher und qualitativer Natur einzuschränken. Wissen wird in stark integrierten Organisationen prozeßkettenübergreifend gesammelt. Die Optimierung der Prozeßketten steht im Vordergrund (Hammer 1997; Reinhart & Schnauber 1997).

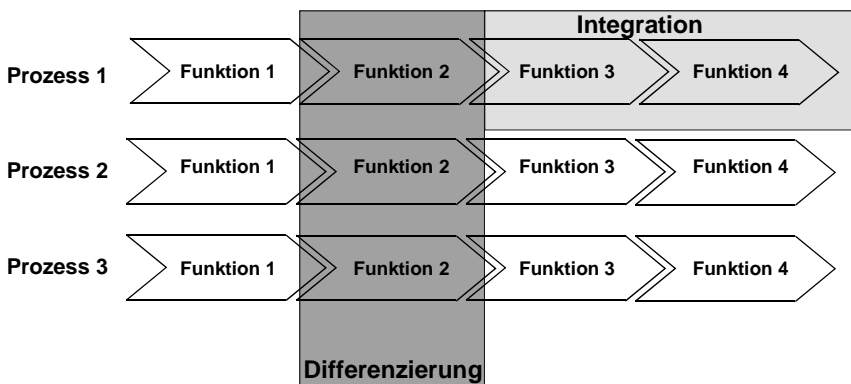


Abbildung 2-1: Differenzierung oder Integration in der Organisationsplanung

2.1.2 Lernen innerhalb von Strukturen

Lernprozesse können über Strukturen, Strategien, Kultur und Personal ausgelöst und verstärkt werden (Probst & Büchel 1998, S. 93). Wissen ist eine Ressource, die durch ihre Nutzung, Kombination und Kooperation zum Erfolg und zur Leistungserstellung von Organisationen führt. Strukturen erlauben und fördern Handeln, bzw. schließen Handlungsmöglichkeiten aus. Die Organisation schafft diesen strukturellen Kontext. Es ist die Balance aus Integration und Differenzierung zu finden (Probst & Büchel 1998, S. 119). Neben der primären Organisation können bestimmte Lernprozesse aber auch temporären Gruppen (Wahren 1994) wie Projektgruppen übergeben werden. Es kann hieraus abgeleitet werden, wie eng der Aspekt der integrativen bzw. differenzierenden Ausrichtung der Organisation mit dem Aspekt des Lernens innerhalb der Organisation verbunden ist.

Aus diesen Betrachtungen lassen sich zwei wesentliche Aspekte bei der Gestaltung der Organisation feststellen: die Reduzierung der Komplexität gegenüber der Umwelt durch Integration bzw. Differenzierung und das Lernen innerhalb der Organisation. Diese beiden Aspekte werden in den folgenden Kapiteln, in denen der Fokus auf die Fertigungsstrukturierung gerichtet wird, wieder aufgegriffen. Es wird hinterfragt, ob die jeweiligen Maßnahmen und Organisationsmodelle diese beiden Aspekte berücksichtigen.

2.2 Fertigungsstrukturierung

Im Bereich der direkt produktiven Bereiche in Produktionsunternehmen stellt sich die Frage nach dem ausgewogenen Verhältnis der Integration bzw. Differenzierung der Aufgaben in besonderem Maße, da nicht nur die Mitarbeiter, sondern auch die technischen Anlagen, Maschinen und die Informationstechnik den verschiedenen Organisationseinheiten und den Abläufen zugeordnet werden müssen. Diese Tätigkeiten werden in der Literatur als Fertigungsstrukturierung oder Fertigungsstrukturplanung zusammengefaßt (Eversheim 1989, S. 15; Aggteleky 1981).

2.2.1 Definition der Fertigungsstrukturierung

Die Fertigungsstrukturierung umfaßt nicht nur das Organisieren der Mitarbeiter in Organisationseinheiten und der Abläufe, sondern auch die Zuordnung und Anordnung der notwendigen Betriebsmittel dieser Bereichen (Eversheim 1989, S. 15).

Die Fertigung wird als ein soziotechnisches Gesamtsystem verstanden, welches sich aus dem technischen System der Betriebsmittel, den Menschen und der Struktur, bestehend aus Ablauf- und Aufbauorganisation, zusammensetzt. Die Kongruenz dieser Systeme und die Abstimmung aufeinander ist der entscheidende Schlüssel für die Leistungsfähigkeit der Fertigung eines Unternehmens.

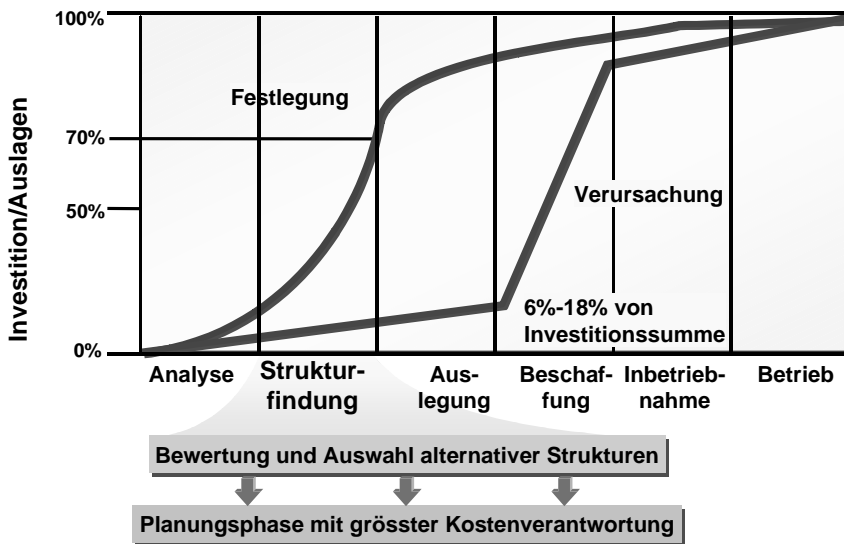


Abbildung 2-2: Kostenbedeutung der Strukturplanung (Eversheim 1989, S. 17)

Die Fertigungsstrukturierung wird üblicherweise innerhalb der Fabrikplanung in der Grobplanungsphase durchgeführt. Die besondere Bedeutung, die die Strukturplanung innerhalb der Fabrikplanung hat, zeigt sich darin, daß ca. 70% der Investitionen durch die Strukturentscheidung festgelegt werden (vgl.

Abbildung 2-2) (Eversheim 1989, S. 17). Wie sich die Fertigungsstrukturplanung in die Fabrikplanung einordnet, zeigt der folgende Abschnitt. Diese Einordnung soll das Verständnis für den Detaillierungsgrad und den Planungsfortschritt zum Zeitpunkt der Fertigungsstrukturplanung verdeutlichen.

2.2.2 Einordnung der Fertigungsstrukturierung in die Fabrikplanung

Die Vielzahl der Vorgehensweisen zur Fabrikplanung (Aggteleky 1981; Metzger 1977; Kettner 1984; Dolezalek 1973; REFA 1990; Wiendahl 1991; Möller 1996; Stemmer 1979; Grob & Haffner 1982; Wildemann 1989; AWF 1990; Müller 1995; Rickert 1990) stellt unterschiedliche Aspekte in den Vordergrund. Grundsätzlich kann festgestellt werden, daß die Fabrikplanung zumeist in folgende vier wesentliche Phasen eingeteilt werden kann (Abbildung 2-3):

- die Standortplanung,
- die Generalbebauungsplanung,
- die Grobplanung und
- die Feinplanung.

Die jeweiligen Begriffe differieren in den einzelnen Werken. Der grundsätzliche Aufbau kann als ähnlich betrachtet werden.

Bei der Standortplanung werden in den drei Betrachtungsebenen global, regional und lokal (Kettner 1984, S. 107) die für die Ansiedlung eines Industriebetriebes notwendigen Faktoren gesammelt und ausgewertet. Ergebnis dieser Planungsphase ist ein festgelegter Standort der geplanten Fabrik.

Aufbauend auf diese Ergebnisse wird ein Generalbebauungsplan aufgestellt. Ein Generalbebauungsplan soll nach Kettner (1984) die gesamte, langfristige Nutzung eines Werksgeländes ausweisen und ein organisches Wachsen auch umfangreicher Industrieanlagen über Jahrzehnte ermöglichen. Ziel des

Generalbebauungsplanes ist es, einen Gesamtproduktionsfluß, eine gute Flächennutzung und einfache Erweiterungsmöglichkeiten zu erreichen. In dieser Planung werden die Produktionszonen, die Transportachsen und die Rastergrößen (Einteilung des Fertigungslayouts in einheitliche Flächenteile) festgelegt.

Die sich nun anschließende Grobplanung der Fabrik beginnt mit dem Schritt der Fertigungsstrukturierung, wie er unter 2.2 beschrieben wurde. Aufbauend auf die Planung der Fertigungsprinzipien wird eine Layout- und Materialflußplanung durchgeführt (vgl. Eversheim 1989). In verschiedenen Veröffentlichungen (Kettner 1984; Dolezalek 1973) wird auch die Materialflußplanung vor die Fertigungsstrukturierung gestellt. In diesen Fällen bezieht sich die Materialflußplanung zumeist nur auf die übergreifenden Materialströme.

In der Phase der Feinplanung werden die einzelnen Einheiten und Anlagen detailliert. Wesentliche Aufgabe dieser Phase ist es, die notwendigen Grundlagen zur Ausführungsplanung zu schaffen. Beispielsweise werden in dieser Phase die Arbeitsplätze ergonomisch optimiert und die technischen Voraussetzungen wie die Bereitstellung der Medien, wie z.B. Gas- oder Druckluftanschlüsse, für die Aufstellung der Betriebsmittel geplant.

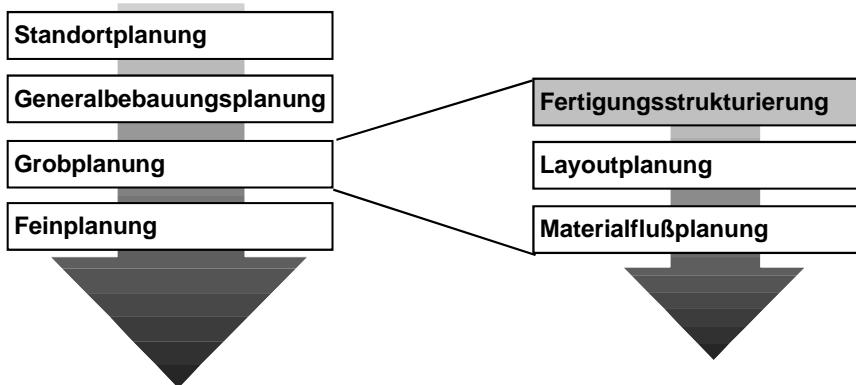


Abbildung 2-3: Einordnung der Fertigungsstrukturierung in die Fabrikplanung

3 Stand der Forschung und Technik

Das Kapitel zum Stand der Forschung und Technik soll nach der Beschreibung der Grundlagen der Organisationslehre, der Definition der Fertigungsstrukturierung und der abschließenden Einordnung in die Fabrikplanung im vorangegangenen Kapitel feststellen, welche Entwicklungen sich in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Fertigungsstrukturen gezeigt haben.

Aus dieser Betrachtung des Standes der Forschung und Technik soll der Handlungsbedarf aufgrund der Zielstellung in den einzelnen Betrachtungsfeldern und im Gesamtthemenfeld abgeleitet werden. Dargestellt werden zunächst die vorhandenen organisatorischen Konzepte in der Produktion, um anschließend einen Blick auf die Konzepte zur Planung der Strukturen zu werfen. Wesentlich für die Klärung des Handlungsbedarfes bei der Implementierung der Wandlungsfähigkeit in Fertigungsstrukturen ist die Frage nach den Monitoring- und Steuerungsinstrumenten für Fertigungsstrukturen. Das Kapitel „Stand der Forschung und Technik“ gliedert sich in folgende vier Betrachtungsfelder:

- Fertigungsstrukturen (Abschnitt 3.1),
- Planungsverfahren (Abschnitt 3.2),
- bestehende Ansätze zur Weiterentwicklung der Strukturen (Abschnitt 3.3) und
- Fertigungssteuerungsverfahren (Abschnitt 3.4).

Die jeweiligen Konzepte werden ganzheitlich an den drei Zielen dieser Arbeit, wie sie in Abschnitt 1.2 dargestellt wurden, gemessen und bewertet:

- die Wandlungsfähigkeit der Fertigungsstrukturen,
- die schnelle Umsetzbarkeit und die Begrenzung der Umsetzungskosten sowie
- die Berücksichtigung der Unternehmensspezifika in den Konzepten.

Zusätzlich werden die klassischen Ziele der Fertigung Zeit, Kosten und Qualität ergänzt. Am Ende der vier Abschnitte werden kurz die Defizite in den Betrachtungsfeldern beschrieben. Im letzten Abschnitt (4.5) werden diese Defizite in einem Bewertungsschema noch einmal zusammengefaßt und die Beziehungen zwischen den einzelnen Bereichen dargelegt.

3.1 Fertigungsstrukturen

Fertigungsstrukturen sind, wie in Kapitel 2 dargestellt, die Organisationskonzepte der Produktion. Diese Konzepte berücksichtigen die spezifische Situation in den Produktionsbereichen. Sie ist geprägt durch eine dominante Stellung der Technik bzw. der Betriebsmittel und die aktuell herzustellenden Produkte bzw. deren Materialfluß. Ein besonderer Schwerpunkt der Betrachtung in dieser Arbeit wird, wie in Kapitel 2 dargestellt, auf die Klein- und Mittelserienfertigung gelegt.

Die Abfolge der Abschnitte innerhalb des Abschnitts „Fertigungsstrukturen“ orientiert sich an der zeitlichen Entwicklung der Strukturkonzepte im letzten Jahrhundert. Parallel zu dieser historischen Entwicklung wird eine Differenzierung in die Bereiche

- funktionsorientierte Strukturen (Abschnitt 3.1.1),
- produktorientierte Strukturen (Abschnitt 3.1.2) sowie in
- Mischformen aus funktions- und produktorientierten Strukturen (Abschnitt 3.1.3), sogenannten hybriden Strukturen,

vollzogen.

3.1.1 Funktionsorientierte Strukturen

Die Arbeitsstrukturen bis Anfang der siebziger Jahre im Bereich der mittleren bis kleinen Stückzahlen in der Fertigung waren geprägt durch die grundlegenden Arbeiten von F.W. Taylor (Taylor 1917). Die "Grundsätze zur wissenschaftlichen Betriebsführung" sind im wesentlichen von Arbeitsteilung,

Vereinfachung und Arbeitsvorgabe geprägt. Indirekte, planende und steuernde Bereiche wurden strikt von den direkt produktiven getrennt.

Die tayloristische Grundidee "die Zusammenfassung ähnlicher Tätigkeiten" setzt im wesentlichen auf die Nutzung der Skaleneffekte durch Spezialisierung in den einzelnen Tätigkeiten. Diese Art der Aufteilung der Tätigkeiten wird nach REFA auch als Arteilung bezeichnet (REFA 1990). Die Akkumulation des technologischen Wissens des einzelnen Arbeitsschritts bei den Mitarbeitern bzw. in den Organisationseinheiten steht im Mittelpunkt der Bemühungen. Es wird in der Literatur auch von der Funktionsorientierung bzw. einer Technikzentrierung gesprochen (vgl. Reisser & Leidig 1997, S. 69).

Differenzierung

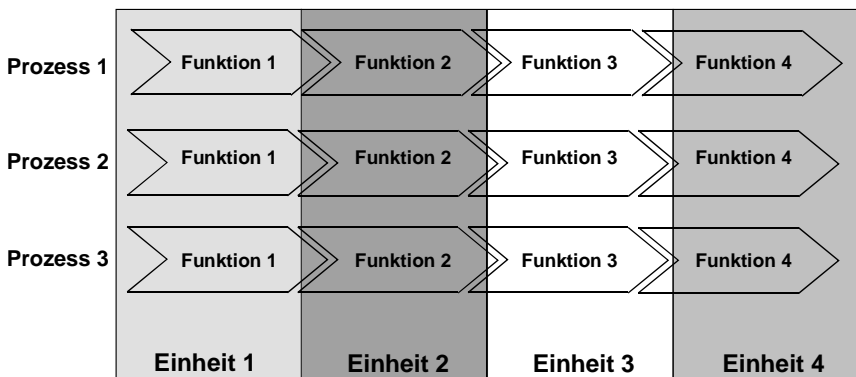


Abbildung 3-1: Differenzierung als Grundprinzip der Werkstattfertigung

Die Werkstattfertigung bildet diese Grundidee in ihrer Struktur ab. Fertigungsprozesse werden funktionsorientiert in zeitlich und räumlich voneinander getrennte Organisationseinheiten aufgesplittet, wie z.B. das Fräsen, das Biegen, das Stanzen usw. (Picot u.a. 1997, S. 267). Die notwendigen Betriebsmittel und die Werker werden zur Erfüllung der Aufgabe in diesen Werkstätten konzentriert. Die indirekten Tätigkeiten wie die Produktionssteuerung oder die Arbeitsvorbereitung führen zentrale Einheiten aus, in denen sich die funktionale Gliederung fortsetzt. Die Arbeitssysteme

sind örtlich fest angeordnet. Die Werkstücke werden von einer Organisationseinheit zur anderen weitergegeben.

Die kapazitive Auslegung dieser Fertigungseinheiten richtet sich nach den kumulierten Anforderungen des gesamten Produktspektrums. Der Gedanke der Differenzierung der Tätigkeiten schafft, wie es auch die Organisationstheorie besagt (Kapitel 2), viele Schnittstellen, die trotz hochentwickelter Steuerungssysteme (PPS, Leitstandssysteme...) in vielen Unternehmen zu einem Anwachsen der Durchlaufzeiten und damit der Bestände führt.

Der häufige Wechsel der Werkstücke zwischen den Werkstätten wirkt sich negativ auf die schnelle Auftragsabwicklung aus. Um trotz der großen Zahl der Abhängigkeiten zwischen den Werkstätten mit einem begrenzten Steuerungsaufwand zurechtzukommen, werden Pufferzeiten eingeführt. Diese sind sogenannte Übergangszeiten, die zwischen den einzelnen Stationen in der Produktionsplanung und -steuerung eingeplant werden, um kleine Störungen, wie z.B. ausgelöst durch einen Werkzeugbruch, ausgleichen zu können (vgl. AWF 1990).

Betrachtet man die durchschnittliche Zusammensetzung der Fertigungsdurchlaufzeiten in Werkstattstrukturen wird deutlich, wie sich diese Struktur in einem hohen Liegezeitanteil abbildet (Decker 1995). Liegezeitanteile von 70 bis 80% (vgl. Kapitel 1) sind in vielen Fällen zu erwarten.

Die Reaktionsfähigkeit, d.h. die Fähigkeit auf ungeplante Veränderungen zu reagieren (vgl. Abschnitt 1.2), wird durch die hohen Durchlaufzeiten wesentlich eingeschränkt. Änderungen von Aufträgen sind während der langen Durchlaufzeit oft aufwendig, bzw. in vielen Fällen nicht möglich. Werkstücke müssen gesucht, neue Arbeitspläne geschrieben und neue Aufträge eingelastet werden. Werkstattstrukturen sind zumeist geprägt durch hierarchische Strukturen, sogenannte Meisterbereiche. Die Verantwortung für Qualität und Termine eines Arbeitsschrittes liegt beim Meister. Die terminliche und qualitative Verantwortung für das Gesamtprodukt setzt sich aus einzelnen Teilverantwortlichkeiten verschiedener Meister zusammen.

Von dieser Strukturform gehen aber auch verschiedene Vorzüge aus, die das lange Festhalten der Unternehmen an der funktionalen Gliederung, wie sie in der Studie des Institutes für Medien und Kommunikationstechnik (IMK 1997) (vgl. Kapitel 1) festgestellt wurde, erklärt.

Die funktionale Gliederung der Fertigung ist nicht auf einen bestimmten Produkt- oder Auftragsstyp ausgelegt und besitzt deshalb nur eine geringe Sensitivität gegenüber partiellen Nachfrageschwankungen (Decker 1995). Langfristige Veränderungen im Produktspektrum können so ohne Änderungen in der Aufbauorganisation abgefangen werden.

Nicht nur der Ausgleich der Nachfrageschwankungen kann als wesentlicher Vorteil genannt werden, sondern auch die Möglichkeit, durch die funktionsorientierte Ausrichtung Wissen über Maschinen und Verfahren in einer Einheit der Werkstatt zu akkumulieren. Dies spielt insbesondere bei der Einführung neuer Technologien in Produktionsbetrieben eine wesentliche Rolle, wenn dort in möglichst kurzer Zeit technologisches Wissen gesammelt bzw. ausgetauscht werden muß. Dies kann erfolgreich in funktionsorientierten Strukturen geschehen. Die Zusammenfassung der Vor- und Nachteile sind in der Abbildung 3-2 aufgelistet.

Funktionsorientierte Einheiten - Werkstätten	
<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Skaleneffekte <input type="radio"/> Unabhängigkeit von Produkt- und Auftragsstyp <input type="radio"/> Akkumulation funktionsorientierten technischen Wissens 	<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> hohe DLZ, Bestände <input type="radio"/> großer Koordinationsbedarf/ Vorplanungsbedarf <input type="radio"/> aufwendige Änderung bei Produktmodifikationen <input type="radio"/> unklare Zuständigkeiten für Qualität und Termine

Abbildung 3-2: Vor- und Nachteile der Werkstattfertigung

3.1.2 Produktorientierte Strukturen

Der Druck zu kürzeren Durchlaufzeiten und einer stärkeren Ausrichtung am Kunden führte in den letzten Jahrzehnten zu der Ausrichtung der Produktion an den Produkterstellungsprozessen in der Fertigung.

Die Produktorientierung als Prinzip der Fertigungsstrukturierung richtet die Gesamtstruktur an den Produkten bzw. Märkten oder an einzelnen Kunden aus (AWF 1990). Grundmotivation ist die Integration der Prozessketten zur Produkterstellung, eine Form der Mengenteilung. Im Vordergrund der Optimierungsbemühungen steht die Verbesserung der Prozesskette und die Abstimmung der Einzelschritte (vgl. Abbildung 3-3) aufeinander.



Abbildung 3-3: Funktions- oder Produktorientierung

Die Durchlaufzeiten sowie die Bestände konnten mit diesen Konzepten nach Aussage vieler Quellen um Größenordnungen verringert werden (Burbidge 1994a; Gronau & Brinkmann 1996; Decker 1995; Gerlach u.a. 1996; Tönshoff u.a. 1995; Amann & Zipper 1994). Aus der angestrebten Komplettbearbeitung

resultiert eine relativ hohe „Fertigungstiefe“ (AWF 1990, S. 46) in den einzelnen Organisationseinheiten.

Die überwiegende Zahl der im Grundsatz produktorientierten Fertigungsstrukturkonzepte unterscheidet sich, wie Abbildung 3-4 zeigt, in der Konsequenz, mit der die Strukturierung nach den Produkten auf die indirekten Bereiche des Unternehmens angewendet wird. Ausgehend von der teilautonomen Gruppe über die Fertigungsinsel bis hin zu Unternehmenssegmenten integrieren die unterschiedlichen Konzepte die direkten und indirekten Funktionen, die einem Produkt oder einer Produktgruppe zuzuordnen sind, in eine organisatorische Einheit.

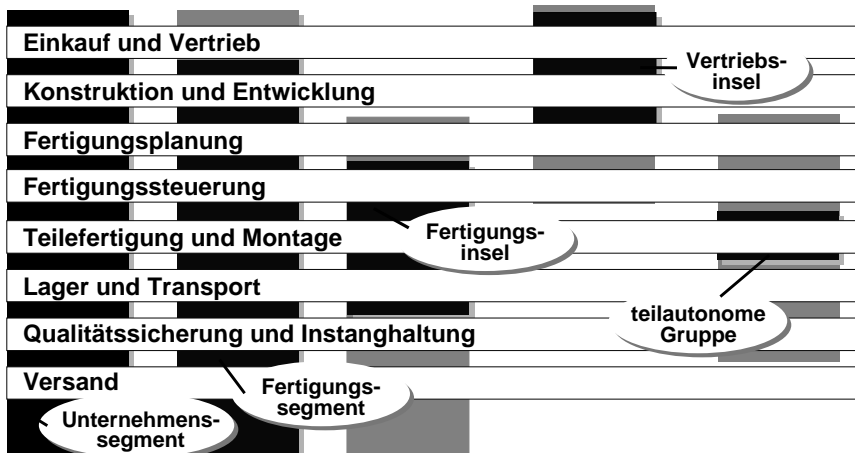


Abbildung 3-4: Einordnung der Organisationskonzepte (REFA 1995, S. 231)

3.1.2.1 Teilautonome Gruppen / Fertigungsinseln

Seit Anfang der 80er Jahre vollzieht sich ein Wandel in den Fertigungsstrukturen. Teilautonome Arbeitsgruppen setzen sich immer stärker durch. Diese sind nach Wahren (Wahren 1994, S. 35; vgl. Grap & Gebbert

1996, S. 3; vgl. Frieling 1997) durch folgende Merkmale charakterisiert:

- kleine, sechs bis zwanzig Personen umfassende,
- funktionale Einheiten einer regulären Organisation,
- denen die Erstellung eines kompletten Produkts/Teilprodukts oder einer sonstigen Leistung (Kernaufgaben)
- sowie die Kernaufgaben indirekt unterstützende Aufgaben
- eigenverantwortlich übertragen werden,
- wobei die Gruppen in Erfüllung ihrer Aufgaben weitgehend selbständig handeln
- und neben den Kernaufgaben auch Planungs-, Organisations-, Steuerungs- und Kontrollaufgaben übernehmen.

Durch die Einführung der teilautonomen Arbeitsgruppen wurden wesentliche Produktivitätssteigerungen erwartet und auch erreicht (Grap & Gebbert 1996). Durch die Integration der Planungs-, Organisations-, Steuerungs-, Kontroll- und weiterer indirekter Aufgaben werden die Prozeßketten in einer Einheit zusammengefaßt, und auf diesem Wege der Monotonie im Arbeitsalltag entgegengewirkt, um so die Fehlzeiten und die Mitarbeiterfluktuation einzudämmen (Wahren 1994, S. 14). Job enrichment als Methode der Motivationssteigerung kann an dieser Stelle angeführt werden (Wahren 1994).

Die größten Erfolge konnten mit dem Konzept der teilautonomen Arbeitsgruppen dort erzielt werden, wo die Produktorientierung mit dem Gruppenprinzip kombiniert wurde (AWF 1990, S. 40; Decker 1995).

Nach der Definition des Arbeitskreises für wirtschaftliche Fertigung (AWF 1990), der sich zur Aufgabe gemacht hat, die Idee der Fertigungsinsel weiterzutragen, soll die Fertigungsinsel aus gegebenem Ausgangsmaterial Produktteile oder Endprodukte möglichst vollständig fertigen und die Qualitäts- und Terminverantwortung tragen. Die notwendigen Betriebsmittel sind räumlich und organisatorisch in Fertigungsinseln zusammengefaßt. Es werden neben

den Fertigungstätigkeiten möglichst viele Tätigkeiten aus den Bereichen der Montage bzw. Lager- und Transporttätigkeiten miteinbezogen. Begrenzend wirkt die Gruppenstärke von 15 bzw. 20 Mitarbeitern, die für eine sinnvolle Gruppenarbeit als maximal angesehen wird (Wahren 1994).

Es steht in diesen Strukturen nicht nur der Integrationsgedanke der direkten Funktionen im Vordergrund, sondern es wird die weitgehende Selbststeuerung und der Verzicht auf die starre Arbeitsteilung gefordert (AWF 1990; Moldaschl & Schmierl 1994).

Die Selbststeuerung im Rahmen betrieblich gegebener Anforderungen betrifft vor allem die Entscheidungsbefugnisse der Gruppe über (vgl. Schlund 1991):

- die mitarbeiterorientierte Wahl der Arbeitsmethode zur Bewältigung individueller Aufgaben;
- die Regelung der gruppeninternen Führung (formeller oder informeller Gruppensprecher);
- die Entscheidung über Integration / Desintegration von Mitarbeitern nach sozialen Reglements;
- die Entscheidung über Produktionsverfahren;
- die Entscheidung über Arbeitszeit und Personaleinsatz;
- die Entscheidung über Aufnahme weiterer Teilaufgaben in die Gruppe;
- die Delegation von Vertretern bei in-selexternen Kooperationsbeziehungen;
- den Einfluß auf Festlegung qualitativer/quantitativer Gruppenziele ;
- die Mitsprache bei Investitions-, Innovations- und Produktentwicklungsfragen.

Diese Kombination der Gruppenstrukturen mit der Produktorientierung unter Einbeziehung indirekter Tätigkeiten fördert die Teambildung innerhalb der Unternehmen (Wahren 1994). Ein Team ist nach Wahren (1994) definiert als eine kleine Arbeitsgruppe mit gemeinsamer Zielsetzung. Ihre relativ intensiven wechselseitigen Beziehungen sollen einen ausgeprägten Gemeinschaftsgeist

sowie einen relativ starken Gruppenzusammenhalt unter den Mitgliedern fördern. Die Produktorientierung unterstützt hierbei die wechselseitigen Beziehungen und die klare für alle begreifbare gemeinsame Zielsetzung. Gemeinsam wird ein Produkt erstellt, für das die Gruppe hinsichtlich Qualität, Termin und Kosten verantwortlich ist. Probleme müssen gemeinsam gelöst werden. Eine aufwendige Vorplanung in der Arbeitsvorbereitung muß nicht stattfinden.

Die Verbindung von Gruppenarbeit bzw. Teamarbeit und der Produktorientierung wurde unter vielerlei Bezeichnungen bekannt: Gruppenfertigung (Steinle 1978), Fertigungsinsel (AWF 1990, S. 50; Moldaschl & Schmierl 1994; Müller 1995) oder im englischsprachigen Raum als group technology (Burbidge 1994a; Kamrani & Logendran 1998).

In diesem Zusammenhang sollen die Konzepte der flexiblen Fertigungszelle und des Flexiblen Fertigungssystems (FFS) nicht unerwähnt bleiben. FFS sind technische Systeme, die die Gruppenstruktur und die Bewältigung bestimmter Arbeitsprogramme ermöglichen. Diese technischen Systeme übernehmen Aufgaben wie den Transport, das Rüsten, die Steuerung und führen so zu einer Entlastung der Mitarbeiter und einer Einsparung von Personal. Ein FFS (Koch 1996; AWF 1990, S.44) kann durchaus als Fertigungsinsel verstanden werden, wenn es sich dabei auch um eine stark technologisch orientierte Insel handelt, die um betriebliche Funktionen erweitert sein muß. Die Autonomie einer Arbeitsgruppe, die Selbststeuerung, die Aufhebung der starren Arbeitsteilung sowie der erweiterte Dispositionsspielraum usw. entfallen in vielen Installationen von FFS. Dies sind aber andererseits die entscheidenden Komponenten der *anthropometrischen Fertigungsinsel* (AWF 1990).

Ähnliche Strukturen der Selbststeuerung und der Integration entlang der Prozeßkette, wie Sie in Fertigungsinseln verwirklicht sind, führten (vgl. Grap & Gebbert 1996) zu Abwandlungen des Konzeptes im Bereich des Vertriebs zu Vertriebsinseln oder in anderen indirekten Bereichen zu Planungs- oder Auftragsinseln.

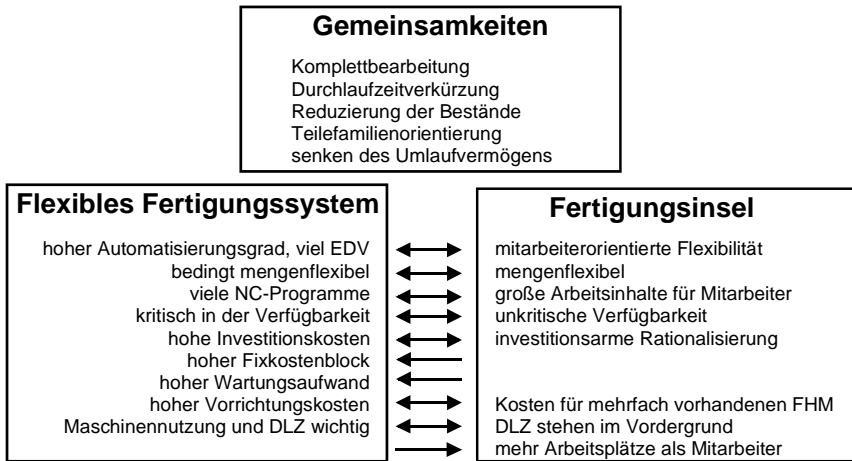


Abbildung 3-5: Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen FFS und Fertigungsinsel (AWF 1990, S. 44)

Die Idee der permanenten Fertigungsinsel (vgl. Tönshoff & Glöckner 1994) erfordert die physische Gruppierung der Betriebsmittel. Produktionsunterbrechungen während der Restrukturierung sind die Folge, die nur durch die entsprechend langfristige Installation der Fertigungsinseln zu rechtfertigen sind. Hohe Umstellungskosten und eine geringe Wandlungsfähigkeit der Strukturen sind die Folge.

Die örtliche Zusammenfassung der unterschiedlichen Maschinen wird gefordert, um die Transparenz zu erhöhen und eine schnelle und direkte Kommunikation zu fördern. Dieser Zusammenführung stehen in vielen Fällen technische wie auch organisatorische Unverträglichkeiten gegenüber. Hochgenaue Laseranlagen erfordern beispielsweise einen gewissen Abstand zu Großpressen, da die Erschütterungsemissionen der Pressen zu Schäden an den Strahlquellen der Laseranlagen führen können. Gerlach (Gerlach u.a. 1996) bezeichnet dieses als technische Antipathiebeziehungen.

In der Planung und während des Betriebes stellt sich zusätzlich die Frage nach der Auslastung der Maschinen durch die einzelnen produktorientierten Bereiche. Die Kumulation der Bearbeitungszeiten verschiedener Produkt-

bereiche in funktionsorientierten Strukturen kann unter Umständen die Anschaffung von Maschinen mit hoher Mengenleistung rechtfertigen und somit geringere Kosten pro Teil verursachen. Gerlach (Gerlach u.a. 1996) sieht hier die Fertigungsinsel in einem Spannungsfeld zwischen Kapazitätsauslastung und Komplettbearbeitungsgrad der organisatorischen Einheit. Zusätzlich zu der Problematik der Aufteilung der Kapazitäten auf die einzelnen Fertigungsinseln müssen die Bedarfe (Stückzahlen) bzw. die Auslastung der einzelnen Maschinen durch bestimmte Produktgruppen über einen längeren Zeitraum konstant bleiben, um den Umstellungsaufwand zu rechtfertigen.

Eine produktorientierte Ausrichtung der Produktion erfordert aber nicht alleine aus technischer Sicht ein hohes Maß an Prognostizierbarkeit der Stückzahlen und des Produktspektrum der Fertigung. Auch die Gruppenstrukturen erfordern eine langfristige Stabilität. Wahren (1994, S. 134) spricht von einer Formationszeit von 1,5 Jahren (vgl. Grab & Gebbert 1996). In dieser Zeit und insbesondere danach steigt die Leistung der Gruppen ständig an. Eine Neuformation erscheint nach 2,5 bis 3,5 Jahren sinnvoll (vgl. Wahren 1994).

Fertigungsinseln	
Vorteile	Nachteile
<input type="radio"/> Prozesskettenoptimierung	<input type="radio"/> Kapazitätsteilung => geringe Skaleneffekte
<input type="radio"/> klare Verantwortungen für Qualität und Termine	<input type="radio"/> Strukturanpassungen bei Produktprogramm- oder Mengenveränderungen
<input type="radio"/> schnelle Reaktion auf Produktmodifikationen	<input type="radio"/> Aufwendiges techn. Wissensmanagement
<input type="radio"/> geringer Vorplanungsbedarf	<input type="radio"/> Techn. Antipathie- beziehungen
<input type="radio"/> kurze Durchlaufzeiten/ niedrige Bestände	
<input type="radio"/> Gruppenprinzip	

Abbildung 3-6: Wesentliche Vor- und Nachteile der Fertigungsinseln

Die produktorientierten Gruppenstrukturen erfordern neben einer mindestens mittelfristigen Stabilität der Gruppen aufgrund der menschlichen Komponenten auch wesentliche Investitionen in die Mitarbeiterschulung in der Implementierungsphase. Der Wegfall der produktorientierten Ausgleichsmechanismen in funktionsorientierten Strukturen erfordert eine Mehrfachqualifikation der Mitarbeiter in der Gruppe. Die gesamthafte Darstellung der Vor- und Nachteile ist in Abbildung 3-6 dargestellt.

3.1.2.2 Logische und virtuelle Fertigungsinseln

Um diese Problematik zu lösen, stellen Tönshoff & Glöckner (1994) mit dem Begriff der "logischen Fertigungsinseln" ein alternatives Konzept vor. Logische Fertigungsinseln werden auf rein organisatorischer Basis temporär definiert. Diese temporäre Definition soll die ständige Anpassung an geänderte Anforderungen gewährleisten. Es werden von Tönshoff & Glöckner (1994) zwei Typen der „logischen Fertigungsinseln“ vorgeschlagen:

- I. *Die Maschinenbediener sind wie bisher fest ihrer Maschine zugeordnet und werden nach dem ermittelten Bedarf der logischen Insel zu einem temporären "Team" zusammengefaßt. Zuständig für den Auftrag ist der Meister, der für eine Auftragsfamilie verantwortlich ist.*
- II. *Das Personal, das eine temporäre Insel bedient, ist nicht mehr an bestimmte Maschinen gebunden. Es werden langfristige Teams zusammengestellt, die unterschiedliche Maschinen bedienen können.*

Der Typ I zeichnet sich dadurch aus, daß eine ständige Anpassung an die veränderten Randbedingungen (Auftragsspektrum, Mengenspektrum...) erfolgen kann, da die „Teams“ nur eine temporäre Gültigkeit haben. Billigend wird hierbei in Kauf genommen, daß eine Gruppenarbeit unter diesen Bedingungen nicht stattfinden kann (Bedingungen der Gruppenarbeit vgl. Abschnitt 3.1.2.1). Vorhandene örtliche Strukturen können übernommen werden. Technische Antipathiebeziehungen von Maschinen werden berücksichtigt. Die Optimierung der Prozeßkette wird aber durch die fehlende örtliche Zusammenfassung und

die fehlende Kontinuität der Gruppe kaum erreicht werden. Der notwendige Vorplanungsaufwand in der Betriebsphase ist ein nicht zu unterschätzender Faktor, da in diesem Konzept kontinuierlich Werkergruppen und Produktgruppen geplant und eingesetzt werden müssen.

Logische Fertigungsinsel - Typ I	
<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Weiterentwicklungskonzept <input type="radio"/> Unabhängigkeit vom Produkt-, Auftragspektrum <input type="radio"/> Berücksichtigung techn. Antipathiebeziehungen <input type="radio"/> Berücksichtigung der vorhandenen Struktur 	<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Prozesskettenoptimierung eingeschränkt <input type="radio"/> Vorplanungsaufwand zur Konfiguration der Gruppen <input type="radio"/> Keine Gruppenarbeit umsetzbar

Abbildung 3-7: Wesentliche Vor- und Nachteile der logischen Fertigungsinsel vom Typ I

Das 1996 vorgeschlagene Konzept der virtuellen Fertigungsinseln von Gerlach greift den zweiten Typ auf und entwickelt diesen entscheidend weiter (vgl. Gerlach u.a. 1996). Das Instrument der "Kapazitätsbörse" ermöglicht nach dem Börsenprinzip einen flexiblen "Kapazitätshandel" der Betriebsmittel zwischen den stabilen langfristigen Produktionsteams. Das Techniksistem wird vollständig vom Produktionsteam getrennt und erst zusammengeführt, wenn der Produktionsprozeß mit den Betriebsmitteln durchgeführt wird. Die Kapazitätsbörse, die die Buchung der Kapazitäten ermöglicht, stellt somit die Klammer zwischen dem Techniksistem und den Produktionsteams dar. Die Entkopplung der Systeme muß durch eine zentrale Instandhaltungsorganisation ergänzt werden, um die Wartung und Instandhaltung der Maschinen gewährleisten zu können.

Dieser Strukturtyp ermöglicht aufgrund der freien Zuordnung des Techniksystems eine große Variabilität bei Produktmodifikationen, macht aber eine Sammlung funktionsorientierten technologischen Spezialwissens

schwierig. Technische Systeme mit Antipathiebeziehungen können getrennt voneinander aufgestellt und vorhandene Strukturen übernommen werden.

Das Gruppenprinzip wird durch die Langfristigkeit der Gruppen erhalten, führt aber zu einer Abhängigkeit von einem kontinuierlichen Produkt- und Auftragspektrum, ermöglicht jedoch auch die Optimierung der Prozesskette durch die Gruppe. Der große Vorplanungsaufwand in der Kapazitätsbörse und die eingeschränkte Nutzung von Skaleneffekten sprechen gegen dieses Konzept, da aufgrund der Abstimmung der zeitlichen Verfügbarkeit der Mitarbeiter einer Gruppe mit der Verfügbarkeit der Maschinen mit Zeitverlusten zu rechnen ist. Die gesamthafte Darstellung der Vor- und Nachteile ist in Abbildung 3-8 dargestellt.

Logische (Virtuelle) Fertigungsinsel - Typ II	
Vorteile <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Schnelle Produktmodifikation <input type="radio"/> Berücksichtigung techn. Antipathiebeziehungen <input type="radio"/> Gruppenprinzip <input type="radio"/> Berücksichtigung der vorh. Strukturen <input type="radio"/> Prozesskettenoptimierung 	Nachteile <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Große Abhängigkeit von Produkt- und Auftragspektrum <input type="radio"/> Vorplanungsaufwand zur Kapazitätsplanung <input type="radio"/> Keine Gruppenarbeit umsetzbar <input type="radio"/> Skaleneffekte eingeschränkt <input type="radio"/> Sammlung techn. Know-hows problematisch

Abbildung 3-8: Wesentliche Vor- und Nachteile der logischen (virtuellen) Fertigungsinsel vom Typ II

Sowohl die logischen als auch die virtuellen Fertigungsinseln lösen verschiedene in dem Konzept der Fertigungsinseln vorhandene Probleme, müssen aber auf wesentliche Vorteile der Fertigungsinseln und ähnlicher Konzepte verzichten. Entweder wird auf die Vorteile der Gruppenarbeit und die langfristige Optimierung entlang der Prozesskette verzichtet oder es wird die

Bindung der Mitarbeiter an Verrichtungen und spezifische Betriebsmittel aufgegeben.

3.1.2.3 Segmente/Fraktale

Neben diesen Entwicklungen der Entkopplung des technischen vom organisatorischen System zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit wurde der Betrachtungsbereich in verschiedenen Ansätzen auf die gesamte Auftragsabwicklungskette erweitert.

Es wurden größere Einheiten "Segmente" oder eine "Fabrik in der Fabrik" gebildet (Wildemann 1994). Die Schaffung modularer Fabrikstrukturen durch *Segmentierung* beruht auf der organisatorischen Trennung der logistischen Ketten unterschiedlicher Produkt-Markt-Produktions-Kombinationen durch Schaffung von autonomen und autarken Segmenten in direkten und indirekten Bereichen (vgl. Wildemann 1994; Maier 1993). Die Spannweite von realisierten Fertigungssegmenten reicht von 7 bis über 1400 Mitarbeiter (vgl. AWF 1990, S. 47). Diese Einheiten können nicht mehr als Gruppen im klassischen Sinne aufgefaßt werden, sondern als produkt- bzw. marktorientierte Organisationseinheiten. Im Vordergrund des Segmentierungsgedankens steht die Prozeßorientierung des Unternehmens und nicht die Nutzung gruppendynamischer Effekte.

Ähnliche Ansatzpunkte liegen dem Konzept der Fraktalen Fabrik von Warnecke (1992, S. 159; 1995) zugrunde. Warnecke erweitert dieses Konzept um die folgenden Gedanken:

- der Dienstleistung,
- des ständigen Wandlungsprozesses in der turbulenten Umwelt,
- der Integration des selbständigen Zielfindungsprozesses,
- der Selbstorganisation und -verwaltung sowie
- des eigenständigen Navigierens der Fraktale im Umfeld.

Wesentliche Eigenschaft der Fraktale ist die Selbstähnlichkeit, die sich nicht nur auf strukturelle Eigenschaften der organisatorischen Gestaltung bezieht, sondern auch auf die Art und Weise der Leistungserstellung sowie die Formulierung und Verfolgung von Zielen (Warnecke 1994, S. 144).

Vergleichbare Eigenschaften weisen auch die als holonische Strukturen bezeichneten Organisationskonzepte für Unternehmen auf (vgl. Koestler 1989; vgl. Ott 1997). Das Konzept der Agilen Fabrik (vgl. Preiss 1997; vgl. Goldmann u.a. 1996) verfolgt ähnlich den Konzepten von Warnecke die Unterteilung des Unternehmens in modulare Einheiten. Grundlagen wurden hier unter anderem von dem TEAM-Projekt (Technologies Enabling Agile Manufacturing) in den USA erarbeitet. Neue Ansätze für die Strukturierung der Produktion sind anhand dieser Ansätze aus den USA bisher nicht zu erkennen, es werden ähnliche Konzepte wie die der fraktalen Fabrik verfolgt.

Segmente/Fraktale	
<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Schnelle Produktmodifikation <input type="radio"/> Prozesskettenoptimierung <input type="radio"/> geringer Vorplanungsaufwand im Betrieb 	<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Große Abhängigkeit von Produkt- und Auftragspektrum <input type="radio"/> techn. Antipathiebeziehungen <input type="radio"/> Gruppenarbeit eingeschränkt aufgrund der Einheitengröße <input type="radio"/> Skaleneffekte eingeschränkt <input type="radio"/> Sammlung techn. Know-hows problematisch

Abbildung 3-9: Wesentliche Vor- und Nachteile der Segmente und Fraktale

Durch die Aufweitung des Betrachtungsbereichs auf die gesamte Auftragsabwicklung in den Konzepten der Segmente und Fraktale muß in den meisten Fällen auf die Vorteile der teilautonomen Arbeitsgruppe verzichtet werden, wenn diese nicht durch spezifische Substrukturen, wie beispielsweise

Fertigungsinseln, unterlegt sind. Der Betrachtungsgegenstand ist die größere Einheit im Unternehmen. Konkrete Hinweise zur Umsetzung in der Fertigung können nur schwer abgeleitet werden. Die gesamthafte Darstellung der Vor- und Nachteile ist in Abbildung 3-9 dargestellt.

3.1.3 Kombinationen der Produkt- und Funktionsorientierung

Neben der reinen Produkt- und Funktionsorientierung spielen seit einigen Jahren auch Kombinationen dieser Richtungen eine Rolle. Häufig wird in der Industrie das Konzept der Fertigungsinsel in der Vergangenheit sehr weit gefaßt (Kath 1990). Vielfach sind Abweichungen von dem ursprünglichen Konzept "autonome Fertigungsinsel", wie es im Abschnitt 3.1.2.1 beschrieben wurde, festzustellen (AWF 1990; Kath 1994; Moldaschl 1994). Es wird eine mindestens teilweise Abkehr von der reinen Produktorientierung vollzogen.

Bestimmte Werkstattbereiche bleiben erhalten. In manchen Betrieben kann sogar von einem „Etikettenschwindel“ gesprochen werden. Frühere Werkstattbereiche werden als Inseln bezeichnet, ohne eine Produktorientierung bzw. eine Erweiterung des Entscheidungsbereiches eingeführt zu haben. Diese Abweichungen vom Konzept wurden in der Literatur entweder als Gestaltungsspielraum des Konzeptes gesehen (vgl. Kath 1994). Derartige Strukturen werden häufig als "hybride Fertigungsinseln" bezeichnet. Riedmiller griff 1998 dieses Problem auf und stellt mit ihrem Konzept der Innovationsfamilien eine Möglichkeit zur Verbindung dieser beiden widerstrebenden Richtungen der Produkt- und der Funktionsorientierung vor (Riedmiller 1998, S. 72). Eine Innovationsfamilie ist nach Riedmiller definiert als:

Defintion Innovationsfamilie:

Innovationsfamilien sind prozeßorientierte Grundelemente aus den unternehmensindividuellen Produktwertschöpfungsketten, die mehrere Stufen der logistischen Kette von Produkten umfassen und ihre direkte Umsetzung in Organisationseinheiten der Produktion finden. Sie

zeichnen sich durch spezifische Kompetenzen und Forderungen bezüglich Kosten, Zeit und Technik aus und sind Ausgangspunkt für die Strategiedefinition. (Riedmiller 1998, S. 72)

Innovationsfamilien können technologisch oder produktorientiert definiert werden. Innovationsfamilie erlauben eine gezielte Auswahl der Strategien abhängig von einer vorhergehenden Analyse. Innovationsfamilien geben so die Möglichkeit, kurze Durchlaufzeiten dort zu erreichen, wo diese gefordert werden. Je nach Strategie werden schnelle Produktmodifikationen oder eine Unabhängigkeit vom Produktspektrum ausgewählt. Es kommt zu einer Verbindung der Prozesskettenoptimierung und der Sammlung von technologisch funktionsorientierten Know-hows in verschiedenen Innovationsfamilien. Skaleneffekte werden dort erreicht, wo diese strategisch günstig sind. Innovationsfamilien erlauben eine Auswahl der Kompetenzen und Forderungen nach Kosten, Zeit und Technik, wie Riedmiller formuliert.

Hybride Strukturen - Innovationsfamilien	
<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Schnelle Produktmodifikation <input type="radio"/> Teilweise Unabhängigkeit vom Produktspektrum <input type="radio"/> kurze DLZ <input type="radio"/> Geringer Vorplanungsbedarf <input type="radio"/> Klare Zuständigkeiten <input type="radio"/> Verbindung der Prozesskettenoptimierung und der Sammlung techn. Know-hows <input type="radio"/> Nutzung von Skaleneffekten 	<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Fehlendes Konzept zur Weiterentwicklung <input type="radio"/> Fehlen von konkreten Gestaltungshinweisen <input type="radio"/> Nur eingeschränkte Berücksichtigung vorh. Strukturen

Abbildung 3-10: Wesentliche Vor- und Nachteile hybrider Strukturen

Konkrete Handlungsanleitungen zur Strukturierung in der Fertigung können aus den Ausführungen von Riedmiller aber nicht abgeleitet werden. Es fehlen Konzepte zur kontinuierlichen Entwicklung wie auch eine geeignete Berücksichtigung vorhandener Strukturen. Die gesamthafte Darstellung der Vor- und Nachteile ist in Abbildung 3-10 dargestellt.

3.1.4 Defizite im Bereich der Fertigungsstrukturen

Die Fertigungsstrukturen sollen, wie in der Zielsetzung in Kapitel 2 dargestellt, wandlungsfähig, schnell umsetzbar, aber auch unternehmensspezifisch sein. Sie sollen die Wettbewerbsposition des Unternehmens in den Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität stärken.

Es ist unzweifelhaft festzustellen, daß die produktorientierte Strukturierung in der Fertigung verbunden mit der Gruppenarbeit die logistischen Kennzahlen, wie beispielsweise die Durchlaufzeit und Bestände sehr positiv beeinflusst (Burbidge 1994a; Gronau & Brinkmann 1996; Decker 1995; Gerlach u.a. 1996; Tönshoff u.a. 1995). Die großen Erfolge, die durch die produktorientierten Strukturen erreicht wurden, können nicht darüber hinwegtäuschen, daß es Bereiche gibt, in denen aus betriebswirtschaftlicher und arbeitswissenschaftlicher Sicht schwer zu überwindende Barrieren dem Einsatz entgegenstehen. Große Umstellungskosten bei einer geringen Flexibilität der Strukturen bezüglich der Produkte lassen den Einsatz in vielen praktischen Einsatzfällen nicht sinnvoll erscheinen. Durchlaufzeiten können mit den vorhandenen Konzepten nicht weiter verkürzt werden.

Die Konzepte der "logischen" und "virtuellen" Fertigungsinsel, die als Varianten zur Überwindung dieser Barrieren bei der Einführung von produktorientierten Strukturen entworfen wurden, erfordern die Qualifikation vieler Teammitglieder für alle Aufgaben an den unterschiedlichsten Maschinen. Kapazitätsverschiebungen aufgrund von Auftragsspektrumsänderungen können nur durch die Vergrößerung, Neubildung bzw. Auflösung von Gruppen erreicht werden, da neben den technischen Systemen auch personelle Ressourcen zum Einsatz kommen müssen. Wenn diese Maßnahmen häufig notwendig

sind, widersprechen sie einer langfristigen Gruppenbildung. Der häufige Wechsel der Gruppenzusammensetzung läßt die erhofften Gruppeneffekte nur zu einem geringen Teil entstehen.

Neben der Problematik der Kapazitätsanpassung können diese Konzepte das ständige Lernen der Werker mit einem Betriebsmittel nur unzureichend unterstützen, da die Zuordnung von Betriebsmittel und Werker täglich eine andere sein wird. Die Beherrschung technisch besonders anspruchsvoller Betriebsmittel und Prozesse durch das Personal ist an dieser Stelle in Frage zu stellen, wie Erfahrungen aus der Praxis zeigen. Diesen Konzepten steht neben den Problemen des Kapazitätsausgleichs und der Beherrschung technisch sehr anspruchsvoller Betriebsmittel auch der nicht unerhebliche Aufwand zur Kapazitätssteuerung in der "Kapazitätsbörse" entgegen.

Aus den übergreifenden Konzepten der Fraktale, Segmente wie auch die "Fabrik in der Fabrik" können keine konkreten Konzepte zur Verbindung von Funktions- und Produktorientierung und dem Zusammenspiel der Einheiten abgeleitet werden. Die aktuelle Produktionssituation wird in diesen Konzepten nur implizit berücksichtigt.

Riedmiller (1998) formuliert vor diesem Hintergrund der vorhandenen Konzepte, daß die Strukturen in Viel-Produkt-Unternehmen nicht rein funktions- oder produktorientiert gebildet werden sollten. Eine Fertigungsstruktur zur optimalen Nutzung von Synergien in Viel-Produkt-Unternehmen stellt nach Riedmiller eine Kombination der unterschiedlichen Fertigungsprinzipien in verschiedenen Produktionsbereichen dar (Riedmiller 1998, S. 17). Das vorgeschlagene Konzept der Innovationsfamilien berücksichtigt in nur geringem Maße die vorliegenden technischen Randbedingungen, d.h. die vorhandene Produktionssituation (vorhandene Betriebsmittel, bestehendes Layout usw.) (Riedmiller 1998, S. 79), aus der heraus neue Strukturen entstehen, wird nur teilweise eingebunden. Es fehlen Hinweise zur konkreten Umsetzung von Einzelmaßnahmen.

Aus dieser Betrachtung kann abgeleitet werden, daß es notwendig ist, ein Strukturkonzept zu entwickeln, welches die Funktions- und die

Produktorientierung verbindet und in dieser die Vorteile der klassischen Konzepte Fertigungsinsel und Werkstattfertigung nutzt. Neben dem Strukturkonzept ist die Planungsvorgehensweise von entscheidender Bedeutung. Dieser Frage soll im folgenden Abschnitt nachgegangen werden.

3.2 Planungsverfahren der Fertigungsstrukturierung

Neben den grundsätzlichen Strukturalternativen in der Fertigung stellt sich für das spezifische Unternehmen die Frage nach ihrer individuell besten Fertigungsstruktur. Die Stärkung der Spezifika des eigenen Unternehmens, wie sie in den Zielen im Abschnitt 1.2 gefordert wurde, kann zu einer Differenzierung im Markt führen, wenn diese Spezifika besondere Vorteile für den Kunden hervorrufen. Dazu soll in diesem Abschnitt dargestellt werden, welche Methoden derzeit zur Verfügung stehen, um Fertigungsstrukturen zu planen.

Die vorhandenen Methoden lassen sich in fünf Klassen einteilen:

- Allgemeingültige Planungsansätze (Abschnitt 3.2.1),
- Planung von Fertigungsinseln - Teilefamilienbildung (Abschnitt 3.2.2),
- Planung von Segmenten (Abschnitt 3.2.3),
- Bestimmung der Fertigungstiefe - Make or Buy (Abschnitt 3.2.4) und
- Partizipative Planungsansätze (Abschnitt 3.2.5).

Abschließend werden die Erkenntnisse der einzelnen Bereiche im Abschnitt 3.2.6 zusammengefaßt und daraus abgeleitet, welche Defizite bei den Planungsverfahren bestehen.

3.2.1 Allgemeingültige Planungsansätze

Erste Hinweise auf das Fertigungsprinzip gibt, wie in Abschnitt 1.3 beschrieben, die Fertigungsart. Die Fertigungsart ergibt sich zunächst aus der Reihenfolge des Auftragsdurchlaufs sowie aus der Zuordnung der

entsprechenden Zeitanteile des Arbeitsablaufes (Bsp.: Einzelfertigung, Serienfertigung, Massenfertigung). Das Fertigungsprinzip hingegen beschreibt die räumliche und organisatorische Struktur eines Arbeitssystems (Abbildung 1-4).

Nicht eindeutige Lösungen bestehen in den Bereichen der Gruppen- und Werkstattfertigung. Beide Prinzipien eignen sich für die Klein- und Mittelserienfertigung. Weitere Kriterien sind notwendig, um eine eindeutige Auswahl für das spezifische Unternehmen durchführen zu können.

Dolezalek (Dolezalek 1973, S. 155; vgl. Aggteleky 1970) führt aufbauend auf die Arbeiten von Schmigalla (zitiert nach Dolezalek 1973) den Kooperationsgrad κ ein. Der Kooperationsgrad κ wird definiert als durchschnittliche Anzahl von Arbeitsplätzen oder Maschinen, mit denen ein Arbeitsplatz oder eine Maschine aufgrund des Teiledurchlaufs unmittelbar verbunden ist (vgl. Abbildung 3-11).

Folgende Gleichung 1 wird hierzu verwendet:

κ Kooperationsgrad

m_i Anzahl der Maschinen, mit denen Maschine i eine Beziehung hat

m Anzahl der Maschinen im Fertigungsbereich

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^m m_i}{m} \quad (\text{Gl. 1})$$

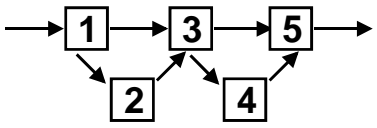
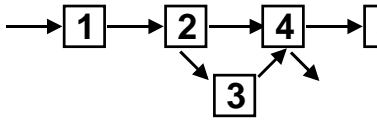
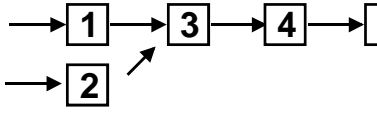
<p>Beispiel 1:</p> 	<p>$m = 5$</p> $\sum_{i=1}^m m_i = 2+2+4+2+2 = 12$ $\kappa = \frac{12}{5} = 2,4$
<p>Beispiel 2:</p> 	<p>$m = 5$</p> $\sum_{i=1}^m m_i = 1+3+2+3+1 = 10$ $\kappa = \frac{10}{5} = 2$
<p>Beispiel 3:</p> 	<p>$m = 5$</p> $\sum_{i=1}^m m_i = 1+1+3+2+1 = 8$ $\kappa = \frac{8}{5} = 1,6$

Abbildung 3-11: Beispiele zur Berechnung von κ (vgl. Dolezalek 1973, S. 154)

Hohe Kooperationsgrade weisen nach Schmigalla (zitiert nach Dolezalek 1973) auf eine Werkstattfertigung hin (vgl. Abbildung 3-12). Wenn die Fertigungsfamilien bzw. die Werkstückart die Einrichtung einer Gruppenfertigung ermöglicht und wenn hierbei keine Rückflüsse auftreten, ist zu prüfen, ob sie sich nicht in Fließfertigung herstellen lassen (Dolezalek 1973, S. 155).

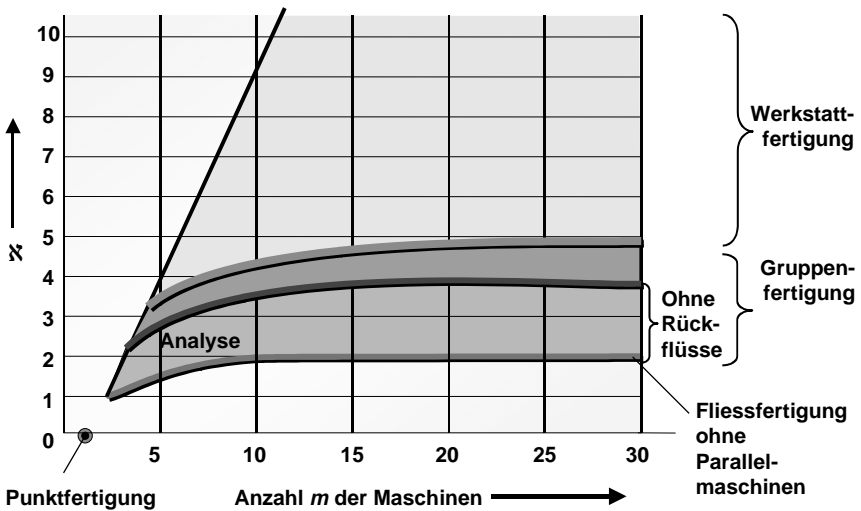


Abbildung 3-12: Fertigungsstrukturen in Abhängigkeit von κ (Dolezalek 1973, S. 154)

Wildemann (1997, S. 233) stellt zur Beantwortung der gleichen Frage eine Beziehung zwischen Autonomiegrad der Fertigungseinheit und den Kosten zur Koordination und den sogenannten Autonomiekosten auf.

Zu den Koordinationskosten zählen nach Wildemann:

- Personalkosten für Mitarbeiter in den koordinierenden Bereichen,
- Kosten für Informations- und Materialflußsysteme,
- Spezialisierungsverluste auf der Produktebene,
- ungenutzte Problemlösungskapazität von Mitarbeitern in indirekten Bereichen,
- Motivationsverluste von Mitarbeitern durch die Trennung von dispositiven und ausführenden sowie direkten und indirekten Tätigkeiten.

Die Autonomiekosten setzen sich zusammen aus:

- Einstellungs- und Weiterbildungskosten für Mitarbeiter, die in autonomen

Bereichen eingesetzt werden,

- Spezialisierungsverluste auf der Funktionsebene,
- Investitionskosten in zusätzliche Werkzeuge und Vorrichtungen, die zur Realisierung autonomer Bereiche erforderlich sind.

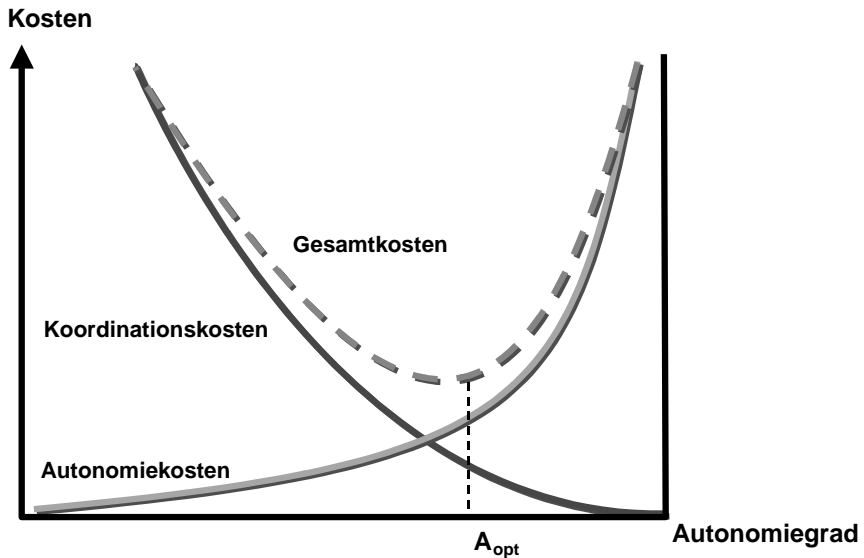


Abbildung 3-13: Gesamtkosten aus Autonomie und Koordinationskosten (vgl. Wildemann 1997, S. 234)

Abbildung 3-13 zeigt die Abhängigkeit von Autonomie- und Koordinationskosten vom Autonomiegrad unter der Annahme degressiver Kostenverläufe. Diese Kurve gibt Auskunft über den kostenoptimalen Autonomiegrad der Einheiten. Der Autonomiegrad setzt sich nach Wildemann (1997) zusammen aus dem Integrationsgrad entlang der Wertschöpfungsketten der Funktionsintegration indirekter Funktionen und der Informationsintegration (Zusammenfassung von Information und Verantwortung sowie durchgängige Abwicklungsketten). Diese Ausführungen beschränken sich auf eine Betrachtung für gesamte Fertigungsbereiche. Spezifische Handlungsanleitungen für einzelne Betriebsmittel können nur bedingt abgeleitet werden.

Neben den eben erwähnten Methoden konzentrierte sich die Forschung in den 80er und 90er Jahren auf die Entwicklung von Methoden zur Planung spezifischer Strukturformen wie beispielsweise Fertigungsinseln, Fraktalen, Segmenten und ähnliche. Auf diese wird in den folgenden Abschnitten eingegangen.

3.2.2 Planung von Fertigungsinseln - Teilefamilienbildung

Eine Fertigungsinsel hat, wie in Abschnitt 3.2.2 beschrieben wurde, die Aufgabe, aus gegebenem Ausgangsmaterial Produktteile oder Endprodukte möglichst vollständig zu fertigen. Mit diesen Worten beschreibt Moldaschl (1994) die Fertigungsinsel. Daraus ergibt sich in der Planung die Notwendigkeit, das gesamte Teilespektrum in Teilefamilien einzuteilen. In der Fertigung versteht man unter Teilefamilien (Reinhart u.a. 1995) Gruppen von Werkstücken, die eine große Ähnlichkeit in ihrer Form, ihren Abmaßen und in den zur Bearbeitung eingesetzten Verfahren und Prozessen aufweisen. Durch die Verknüpfung der Teilefamilien mit dem Produktionsprogramm können Kapazitätsbedarfe berechnet und Bearbeitungsmaschinen ausgewählt werden.

Die Methoden zur Bildung von Teilefamilien als Basis der Planung, aber auch der Zuordnung von Betriebsmitteln zu den Teilefamilien, haben umfangreiche internationale Arbeiten ausgelöst. Erste Ansätze auf dem Gebiet der Teilefamilienbildung gehen auf den Klassifizierungsschlüssel nach Opitz (1966) zurück. Der Opitz-Schlüssel beschränkt die Beschreibung der Teile auf geometrische Angaben.

Schnell wurde erkannt, daß eine Erweiterung um technologische Aspekte der Klassifizierung erforderlich ist. Diese wurde durch Lutz (1967), Lueg (1975) und Moll (1974) eingeführt. 1971 stellte Burbidge in England mit der Production Flow Analysis (PFA) ein System vor, welches die Komplexität der Fertigungsabläufe miteinbezieht. Weitere Veröffentlichungen von Burbidge aus den Jahren 1973 bis 1994 zeigen die stetige Weiterentwicklung des Konzeptes.

Die PFA ist darauf ausgerichtet, durch die Einführung der group technology die

Materialflüsse zu vereinfachen und die Prozeßorientierung der Produktion zu stärken. Grundlage dieser Verfahren sind die Arbeitsplandaten. Basierend auf diesen Daten berechnet Burbidge Module, indem er Teile um Schlüsselmaschinen gruppiert. Untersuchungen der Materialflüsse erlauben diese Module zu Gruppen zusammenzufassen, die im deutschen Sprachraum als Fertigungsinseln zu bezeichnen wären. Eine umfangreiche Übersicht über diese Entwicklungen bis 1998 gibt das Buch „Group technology and cellulare Manufacturing“ von Kamrani und Logendran (1998).

In Deutschland wurde 1984 ein Verfahren von Burkhart (1984) entwickelt, welches aufgrund logistischer Kennzahlen (Losgröße, Loshäufigkeit und Einlastung der Teile) sogenannte Schwerpunktsteile bestimmt, die als Ausgangspunkt zur Planung von Fertigungsinseln eingesetzt werden.

Die Vielzahl der untersuchten Eigenschaften machte es notwendig, technische Verfahren zur Auswertung zu erarbeiten. Auf diesem Grund sind neben den Verfahren zur Bestimmung der Merkmale auch verschiedene mathematische Verfahren zur Auswertung der Merkmalsmatrizen entwickelt worden. Das Rank Order Clustering (King 1980) bzw. der Direct Clustering Algorithm (Chan & Milner 1982) seien hier nur als Beispiele erwähnt (vgl. Kamrani & Parsaei 1994; Hindi & Hamam 1994 usw.).

Die Verfahren der Clusteranalyse sind mathematische Verfahren, deren Ziel darin besteht, eine umfangreiche Menge von Elementen durch Konstruktion möglichst homogener Gruppen (cluster) optimal zu strukturieren. Gruppen ähnlicher Merkmalsausprägungen werden zusammengefaßt. Allen diesen Verfahren ist gemeinsam, daß sie bei großen Teilespektren lange Rechenzeiten benötigen.

Aus dieser Analyse des Spektrums der Teile entstehen in vielen Praxisfällen Teilefamilien, die große Überschneidungen mit anderen Teilefamilien haben (Eversheim 1989, S. 63; Fried 1994; Auch 1989; Maßberg & Sossna 1999; Krönert 1997). Eine eindeutige Zuordnung ist in vielen Einsatzfällen nur eingeschränkt möglich.

Auf der Grundlage der Teilefamilien wird in der klassischen Planung der Fertigungsinsel (AWF 1990) der Maschinenbedarf der einzelnen Gruppen geplant. In der Analyse der Anforderungen an die Fertigungsmittel werden aufgrund der Geometrie- und Technologiebeschreibung in Verbindung mit Stückzahlen und Wiederholhäufigkeit Richtwerte für die jeweils vertretenden Bearbeitungsverfahren abgeleitet (Eversheim 1989). Grundlage dieser Analysen sind die Zeichnungen und Arbeitspläne. Um den Aufwand zu minimieren, wird eine Konzentration auf einen repräsentativen Ausschnitt vorgeschlagen. Dieser Bedarfsanalyse der einzelnen Teilefamilien wird in der Phase der Maschinenbedarfsplanung eine Potentialanalyse der Betriebsmittel gegenübergestellt, um so eine Zuordnung vornehmen zu können. Die Potentialanalyse bezieht sich auf die Fertigungsverfahren, die Maschineneigenschaften sowie die Automatisierbarkeit, aus der ein Maschinenprofil erstellt wird. Aufgrund des notwendigen Aufwandes wird es als einmalige bzw. in großen Abständen durchzuführende Maßnahme eingeordnet.

Eine weitere Entwicklung der Unterstützung der Teilefamilienbildung und der Zuordnung von Betriebsmitteln wurde 1996 von Lulay und Decker (Lulay & Decker 1996) mit dem Werkzeug Fintino (Fertigungsinselplanung durch Teilefamilienbildung und interaktive Optimierung) vorgestellt. Fintino ermöglicht es, neben den digitalisierbaren Daten das Wissen des Planers in die Teilefamilienbildung wie auch die Zuordnung der Betriebsmittel miteinfließen zu lassen.

Wesentliches Problem bei der Zuordnung von Betriebsmitteln zu Teilefamilien ist bei allen Planungsvorgehen das sogenannte Ressourcensharing. Das Ressourcensharing (Kapazitätsteilung) bedeutet, daß zur Verfügung stehende Betriebsmittel aufgeteilt werden müssen, da sie in verschiedene Organisationseinheiten integriert werden müssen. Zur Lösung dieser Probleme werden Kapazitätsteilungsstrategien durch EDV-gestützte Fertigungsinsel-leitstände (AWF 1990 Band II, S. 184) unter Einschränkung der Planungsfreiräume der einzelnen Inseinheiten vorgeschlagen.

3.2.3 Planung von Segmenten - Fraktalen

Bei der Planung von Segmenten gilt die Leitlinie (Wildemann 1993, S. 250; Wildemann 1997, S. 225) der Kundenorientierung. Es werden im ersten Schritt Produkt-Markt-Kombinationen gebildet. Es sollen nicht mehr alle Produkte eines Unternehmens mit ihren in der Regel unterschiedlichen wettbewerbsstrategischen Schwerpunkten durch die selbe Fertigung laufen, sondern Fertigungsbereiche, die auf spezifische Wettbewerbsstrategien ausgerichtet sind, aufgebaut werden. Aus diesen Produkt-Markt-Kombinationen wird eine Segmentierung der Produktion abgeleitet. Betriebsmittel und Personal werden zugeordnet. Eine starke Integration der indirekten Funktionen wird angestrebt. Besonderer Schwerpunkt der Anwendung bildet die Montage (Wildemann 1993, S. 262). Ähnliche Vorgehensweisen zeigen sich auch in der Planung der Fraktale.

Auch in diesen Arbeiten wird wie bei den Vorgehensweisen zur Fertigungsinselplanung nicht auf die Probleme der Abgrenzbarkeit der Teilefamilien bzw. in diesem Fall der Produkt-Markt-Kombinationen und auf die Problematik des Ressourcensharings eingegangen. Ein weiteres Manko der vorliegenden Methoden ist die ungenügende Einbeziehung der Ist-Situation innerhalb des Unternehmens. Die Fertigungsstrukturen werden ausschließlich an den Marktsegmenten ausgerichtet.

3.2.4 Bestimmung der Fertigungstiefe - Make or Buy

Wesentlich in der Planung der Fertigung und ihrer konkreten Struktur sind auch die Arbeiten aus dem Bereich der make or buy Analysen. Make or Buy Entscheidungsstrategien wurden entwickelt, um die optimale Fertigungstiefe für Unternehmen festlegen zu können (Melchert 1992, S. 6; Männel 1983; REFA 1995, S. 187). Die Betrachtung dieser Methoden wird in diese Arbeit aufgenommen, um zu wertvollen Hinweisen für die optimale Konfiguration von produkt- und funktionsorientierter Strukturierung der Fertigung zu gelangen.

Bei der Bestimmung der Fertigungstiefe stehen sich, wie aus Abbildung 3-14

ersichtlich wird, die Veränderungen in den Herstellkosten und den Kosten für die Koordination der Eigenfertigung gegenüber. Die Veränderungen in den Herstellkosten beziehen sich nach Melchert (1992) auf die Kosten, die sich einem Produkt oder einem Teilschritt in der Wertschöpfungskette dieses Produktes direkt zuordnen lassen.

Die Koordinationskosten werden ihrem Charakter entsprechend als Gemeinkosten verbucht und müssen in diesen Fällen aufgeschlüsselt werden. Die Koordinationskosten steigen nicht linear, sondern exponentiell je geringer die Fertigungstiefe wird (Melchert 1992, S. 7).

Die vorhandenen Methoden zur Bestimmung dieser Zusammenhänge unterscheiden sich wesentlich in ihrem Zeithorizont. Man unterscheidet kurz-, mittel- und langfristig ausgelegte Methoden. Rasch (1968) stellte die Kostenaspekte in den Vordergrund. Mittelfristige, taktische Überlegungen stützten sich in den 80er Jahren auf die Konzepte der Technologieattraktivität des Produktlebenszyklus und der Erfahrungskurven (Wildemann 1997, S. 429).

Melchert (1992) gliedert die qualitativen Aspekte in folgende Kategorien auf:

- Know-how und Konkurrenz,
- Kapazität und Flexibilität,
- Absatz (z.B. Bedarfsschwankungen),
- Risiko und
- Qualität.

Melchert unterscheidet in seiner Methodik Mengen-, Zeit- und Kostengrößen sowie qualitative Kriterien und stellte dazu einen Kriterienkatalog auf. Auf der Basis eines strukturierten und detaillierten Modells zur Beschreibung der Entscheidungssituation wird die notwendige Grundlage zur Bestimmung der Fertigungstiefe geschaffen. Qualitative Kriterien werden mit der Methode des paarweisen Vergleichs bewertet. Zur Kombination der qualitativen und quantitativen Bewertungen wird ein zweidimensionales Portfolio herangezogen.

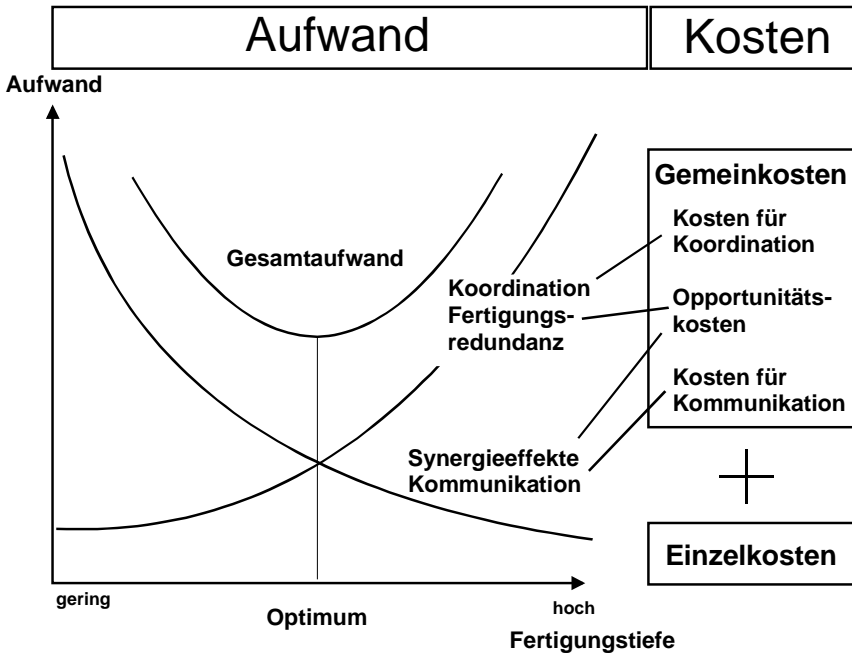


Abbildung 3-14: Prinzipieller Zusammenhang zwischen Kostenstruktur und Fertigungstiefe (Melchert 1992, S. 7)

Das von Wildemann (1997, S. 427) veröffentlichte Verfahren zur Ermittlung der Eigenfertigungstiefe greift auf die Szenariotechnik zurück und vergleicht die verschiedenen Faktoren in den Klassen Kosten, Qualität, Lieferservice/Logistikleistung und sonstige (Wildemann 1997, S. 426). Diesen Verfahren können konkrete Hinweise entnommen werden, obgleich ein Teil der Kriterien zur Planung der internen Strukturen ungünstig ist.

3.2.5 Partizipative Planungsansätze

Besondere Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Fabrikplanung sind in den letzten Jahren auf dem Gebiet der partizipativen Planung durchgeführt worden.

Die Arbeiten in Magdeburg (Quaas u.a. 1997), aber auch die Arbeiten von Monjé (1998) aus Bochum haben sich zum Ziel gesetzt, die Mitarbeiter stärker in den Prozeß der Fabrikplanung einzubeziehen. Die Planung soll durch die Betroffenen selbst auf der Basis verschiedener Modelle und nicht auf der Grundlage theoretischer Verfahren durchgeführt werden.

Beispielsweise baut das Vorgehensmodell von Monjé (1998) auf die klassische hierarchische Planungsmethodik der Fabrikplanung (vgl. Abschnitt 2.2.2) auf. Verschiedene Teilschritte der Planung werden den Mitarbeitern übergeben. Zur Unterstützung der Planungsprozesse und zur Kommunikation wurde ein verteiltes Simulationsmodell entwickelt, um mit der dezentralen Planung ein globales Optimum zu erreichen. Bei dieser rekursiven Simulationsanalyse erfolgt nach der Entwicklung der Teilmodelle die stufenweise Integration zu einem Gesamtmodell. Von dieser Vorgehensweise verspricht man sich die optimale Nutzung der Wissensbasis der Mitarbeiter. Die Frage, wie das globale Optimum erreicht werden soll, bleibt aber offen, da sicherlich nicht alle Bewertungskriterien in ein Simulationsmodell einfließen können.

3.2.6 Defizite der Planungsverfahren

Im Bereich der Planungsverfahren für Fertigungsstrukturen sind nur wenige Verfahren bekannt, die Unternehmen anleiten können, die Fertigungsstruktur in ihrem Unternehmen unter Berücksichtigung der Unternehmensspezifika zu ermitteln. Die Berechnung von Kooperationsgraden für einzelne Maschinen zur Bestimmung der Struktur beleuchtet nur die Materialflußstruktur und somit nur einen Teilaspekt bei der Auswahl der konkreten Fertigungsstruktur.

Die überwiegende Zahl der in den letzten Jahren entwickelten Planungsverfahren greift die Frage nach dem Grad und der Ausprägung der Produkt- bzw. Funktionsorientierung nicht auf, sondern setzt diese Entscheidung voraus. Zum Zeitpunkt des Beginns der Strukturplanung steht die eigentliche Strukturausprägung - Funktions- oder Produktorientierung der Fertigung - bereits fest. Beispielsweise führen die Methoden der Fertigungsinselplanung immer zu einem rein produktorientierten Konzept. Die

Strukturentscheidung wurde vorweggenommen.

Die Methoden zur Segmentierung der Produktion stellen als wesentliches Strukturierungskriterium Markt- und Produktaspekte in den Vordergrund. Weiteres Manko der vorliegenden Methoden ist die ungenügende Einbeziehung der Ist-Situation innerhalb des Unternehmens. Die Fertigungsstrukturen werden singular an den Marktsegmenten ausgerichtet.

Es läßt sich feststellen, daß die vorliegenden Methoden keine Ergebnisneutralität, d.h. Offenheit bezüglich der Struktur besitzen, bzw. die vorhandene Fertigungsstruktur nicht berücksichtigen, um eine schnelle und aufwandsminimale Umsetzung zu erreichen, wie es in der Zielsetzung in Abschnitt 1.2 gefordert wird. Die vorhandene Struktur muß ein fester Bestandteil der Erarbeitungsvorgehensweise werden, wenn es das Ziel ist, häufig Strukturanpassungen aufgrund des turbulenten Unternehmensumfeldes durchzuführen und die Unternehmensspezifika zu stärken.

Die Einbeziehung des Wissens der Mitarbeiter in den Ansätzen zur partizipativen Planung ist wichtig und notwendig, kann aber die Notwendigkeit zur Erlangung eines langfristigen Gesamtoptimums nicht in Frage stellen. Die umfangreichen Methoden, die im Bereich der Bestimmung der Fertigungstiefe vorhanden sind, spielen im Bereich der Fertigungsstrukturierung innerhalb des Unternehmens bisher keine entscheidende Rolle, werden aber Hinweise auf die notwendigen Methoden und Kriterien geben.

Es steht nicht nur die einmalige Planung der Strukturen im Mittelpunkt, sondern die vorliegenden Methoden müssen Wege ebnen, diesen Prozeß zu einem kontinuierlichen Entwicklungsprozeß zu machen.

3.3 Kontinuierliche Entwicklung der Fertigungsstrukturen

Permanente Änderungen der Umfeldbedingungen erfordern die Wandlungsfähigkeit der Fertigungsstrukturen in Unternehmen. Die Unvorhersehbarkeit der zukünftigen Entwicklungen, die Komplexität der Aufgabenstellung sowie die enormen Risikopotentiale tiefgreifender Veränderungen in laufenden Produktionssystemen stellen höchste Anforderungen an Systematik und Methodik des Gestaltungsprozesses.

Neben der Planung der Strukturen ist in den letzten Jahren deutlich geworden, daß die einmalige Planung der Fertigungsstrukturen nicht mehr ausreicht, sondern daß eine ständige Anpassung in kleinen oder in großen, tiefgreifenden Schritten der organisatorischen und technischen Gegebenheiten notwendig ist.

In den nächsten Abschnitten wird auf die folgenden Ansätze eingegangen:

- Kaizen und Business Reengineering (Abschnitt 3.3.1),
- Selbstorganisation (Abschnitt 3.3.2) und
- Werkzeuge zur Strukturüberwachung bzw. des Controllings (Abschnitt 3.3.3).

3.3.1 Kaizen und Business Reengineering

Die Ansätze des Kaizen, die in Deutschland insbesondere durch Masaaki Imai (1992) bekannt geworden sind, zeigen die Erschließung neuer Potentiale durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozeß. Unter Kaizen wird die ständige Verbesserung unter Einbeziehung aller Mitarbeiter verstanden (REFA 1995, S. 180). Zahlreiche Unternehmen setzen unter verschiedenen Titeln ähnliche Methoden mit großem Erfolg ein.

Die Ansätze von Czichos (1993) in seinem Buch Change Management gründen sich auf die Einführung und weitere Verbreitung moderner Führungsinstrumente, um die Erneuerungsprozesse durch eine verbesserte

Mitarbeiterführung zu erreichen und die Innovationsfähigkeit des Unternehmens zu stärken.

Ein weiterer Ansatz ist das organisationale Lernen. Unter dem organisationalen Lernen ist nach Probst und Büchel (1998, S. 17) der Prozeß der Veränderung der organisationalen Wissensbasis, die Verbesserung der Problemlösungs- und Handlungskompetenz sowie die Veränderung des gemeinsamen Bezugsrahmens von und für Mitglieder der Organisation zu verstehen.

Die Ansätze von Probst und Büchel stellen nicht die Veränderung der Organisationsstruktur in den Mittelpunkt, sondern sehen die Struktur an sich als Rahmen der Wissensakkumulation und spielen deshalb in Zusammenhang mit den Strukturveränderungen nur eine untergeordnete Rolle. Die Struktur bildet die „Heimat“ des Wissens.

Die Weiterentwicklung in kleinen Schritten steht im Mittelpunkt der Ansätze des Kaizen bzw. des Change Managements oder des organisationalen Lernens, ganz im Gegenteil zu den Ansätzen des Business Reengineering, die von Hammer und Champy (1994) vertreten werden (vgl. Abbildung 3-15). Business Reengineering geht vom völligen Neubeginn aus und fordert radikale Schritte zur Veränderung der Unternehmensprozesse, um signifikante Erfolge erzielen zu können. Kernstück des Business Reengineering ist das diskontinuierliche Denken, das überkommene Regeln und fundamentale Annahmen in Frage stellt.

In diesem Abschnitt könnte sicherlich noch eine Vielzahl von Ansätzen dargestellt werden, von denen nur die wichtigsten bzw. die radikalsten Vertreter ausgewählt worden sind. Die Richtungsunterschiede (vgl. Abbildung 3-15) zwischen der kontinuierlichen Veränderung unter Einbeziehung der Mitarbeiter bzw. die Durchführung tiefgreifender Reorganisationen spiegeln sich auch in den Veränderungsmethoden für Fertigungsstrukturen wider, die im

nachfolgenden Abschnitt aufgegriffen werden.

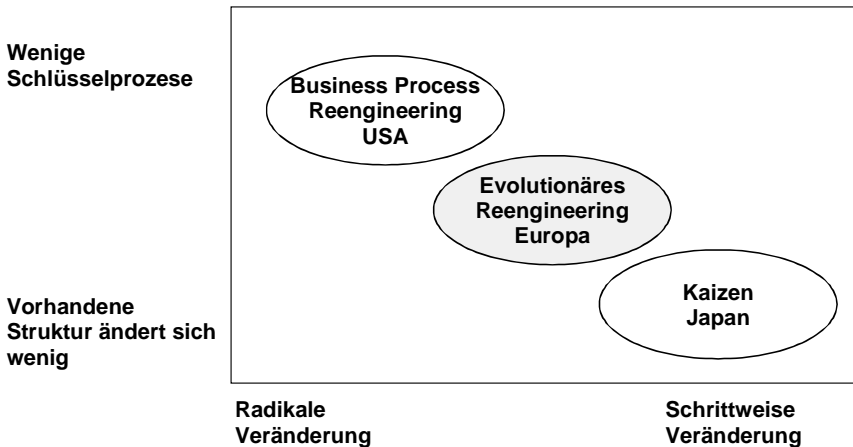


Abbildung 3-15: Veränderungsdynamik verschiedener Reengineering-Konzepte (Servatius 1994, S. 12)

3.3.2 Selbstorganisation

Der Fertigungsinsel (AWF 1990, S. 29) an sich wird ein hohes Maß an Störungstoleranz gegenüber Personalausfall, Betriebsmittelausfall, kurzfristigen Terminänderungen zugestanden. Große Probleme werden in Mengenstrukturveränderungen gesehen, die eine neue Aufteilung der Teilespektren erfordern (Decker 1995). Unter einer Mengenstrukturveränderung ist die Veränderung der verkauften Mengen der einzelnen Produkte zu verstehen, wie sie beispielsweise in der Auslaufphase eines Produktes bzw. durch saisonale Schwankungen auftreten. Jede Mengenstrukturveränderung erfordert eine Neuorganisation der Produktion, die aufgrund der enormen Aufwendungen in vielen Fällen unterbleibt. Gründe für dieses Verharren in der alten Struktur können auf der Seite der Mitarbeiter, in dem Bedürfnis nach einem stabilen Umfeld (Wahren 1994) wie auch auf der Kostenseite gesucht werden.

Viele andere der in den letzten Jahren entwickelten Ansätze beruhen auf den

Grundgedanken der Selbstorganisation, gruppensdynamischer Prozesse, Verantwortungsdelegation, Dezentralisierung und Modularisierung. Die Konzepte des Fraktalen Unternehmens (vgl. Warnecke 1992 und Wildemann 1994) sowie der Holonischen Produktionssysteme (vgl. Köstler 1989) basieren auf der Ausnutzung dieser selbstorganisatorischen Wirkprinzipien (vgl. Ott 1997).

Im Rahmen des SFB 467 „Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion“ werden wandlungsfähige Organisationsstrukturen, Organisationseinheiten und Prozesse als Quelle der Wandlungsfähigkeit gesehen (Westkämper 1998). Das zugrundeliegende organisatorische Gedankenmodell basiert auch hier auf der Selbstähnlichkeit, Eigendynamik und Selbstorganisation der Leistungseinheiten (vgl. Warnecke 1994). Methoden und Werkzeuge zur Planung von Veränderungen können, soweit sie mit dem theoretischen Verständnis überhaupt vereinbar sind, nur auf die Realisierung von Fraktalen ausgerichtet sein.

Das Konzept der Agilen Fabrik (vgl. Preiss 1997; Goldmann u.a. 1996) verfolgt die Unterteilung des Unternehmens in modulare Einheiten und die Veränderung aus den Einheiten heraus. Die ständigen strukturelle Veränderungen des Gesamtsystems sollen durch eigenmotivierte Leistungseinheiten erfolgen. Es bleibt offen, ob tiefgreifende strukturelle Veränderungen durch die einzelnen Einheiten angestoßen werden.

3.3.3 Werkzeuge zur Strukturüberwachung bzw. des Controllings

Erste Ansätze, Veränderung von außen anzustoßen bzw. durch Vorgaben und Hinweise zu unterstützen, bietet das Navigationswerkzeug "change", das vom Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF) in Magdeburg für Fraktale entwickelt wird. Dieses Werkzeug wird als „online-monitoring zur schnellen Navigation in dynamischen Strukturen“ bezeichnet (Hartmann 1996, 1997, 1998). Das Werkzeug "change"  berwacht die Ziele, Ressourcen und Randbedingungen der einzelnen Organisationseinheiten und soll so den

Führungskräften von dezentralen Organisationseinheiten eine schnelle Bewertung und die gezielte Analyse der Mängel in bezug auf die Wandlungsfähigkeit ihrer Organisationseinheit möglich machen. Überwacht werden wirtschaftliche und logistische Zielgrößen. Diese Entwicklungen zeigen, daß in der strukturellen Anpassung der Fraktale Mängel in der Praxis festgestellt wurden. Die Fraktale haben ihre Aufgabe der Weiterentwicklung durch Selbstorganisation im täglichen Einsatz nicht ausreichend wahrgenommen.

Besondere Mängel scheinen in der gesamthaften Betrachtung über Fraktalgrenzen hinweg zu bestehen, da hier vom Werkzeug „change“ besondere Mechanismen vorgesehen sind. Das Werkzeug „change“ gibt dem Anwender die Möglichkeit, eine horizontale (Einheiten auf gleicher Ebene) sowie vertikale (über Hierarchieebenen hinweg) Aggregation durchzuführen (Hartmann 1997, 1998). Konkrete Hinweise zur Auswahl und zur Aggregation der Kennzahlen konnten aus den vorliegenden Literaturstellen nicht entnommen werden.

Die Initiierung von Strukturveränderungen soll in diesem Werkzeug durch die Führungskräfte erfolgen, die konkrete Veränderung aber den Kräften der Selbstorganisation übergeben werden. Veränderungen werden durch Hinweise auf die fehlende Zielerreichung in verschiedenen Bereichen bzw. durch die Veränderungen des Zielsystems gegeben. Diese Veränderungen wirken nur langsam auf die fraktalen Strukturen, da das Zielsystem erst für alle in diesen Einheiten befindlichen Mitarbeiter einsehbar sein muß. Die genannten Ansätze stellen sehr hohe Anforderungen an die sozialen Gegebenheiten in einem Produktionsunternehmen. Die Funktionsfähigkeit hängt somit wesentlich von der Motivation der jeweiligen Mitarbeiter ab und berechtigt so zu der Frage nach der praktischen Realisierbarkeit in der Breite der Produktionsunternehmen.

Grundlage dieser Forschungsaktivitäten bilden die Erkenntnisse, die in

Zusammenhang mit Zielvereinbarungsprozessen beispielsweise von REFA (1995) veröffentlicht wurden. Basis des Zielvereinbarungsprozesses ist der Grundsatz des Führens mit Zielen im Gegensatz zur spezifischen Anordnung (REFA 1995, S. 100). Ein Ziel ist ein definierter und angestrebter Zustand, der durch die Erfüllung von Arbeitsaufgaben erreicht werden soll. Die Ziele werden als Größen verstanden, die das dynamische System Unternehmen steuern.

Im Zielvereinbarungsprozeß werden die Ziele von der Unternehmensführung vorgegeben und aus diesen Zielen für die einzelnen darunterliegenden Bereiche spezielle Ziele abgeleitet und vereinbart (REFA 1995, S. 241). Um die Akzeptanz der Ziele zu gewährleisten, ist eine hohe Transparenz der Prozesse notwendig.

Im Gegensatz zu den auf den Mechanismen der Selbstorganisation beruhenden Ansätzen schlägt Riedmiller (1998) eine zentrale Planung über einen Prozeßkalender vor, der als Grundlage der Planung und des Controllings dient. Der Prozeßkalender dient der strategischen Ausrichtung des Unternehmens und ist angelehnt an den Technologiekalender. Er stellt der allgemeinen Unternehmensentwicklung die konkrete Entwicklung im Unternehmen anhand von sogenannten Innovationsfamilien gegenüber. Konkrete Hinweise über Schwächen der einzelnen Fertigungsstrukturelemente bzw. Betriebsmittel können aus dem Prozeßkalender nicht abgeleitet werden, sondern nur eine langfristige Strategie.

Neben diesen Ansätzen aus dem Bereich der Strukturplanung soll nun auf die betriebswirtschaftlichen Ansätze zur Überwachung der Struktur und Produktion eingegangen werden. Besondere Bedeutung besitzen in diesem Zusammenhang die Methoden des Controllings (Reichwald u.a. 1996; Reichmann 1990; REFA 1995, S. 205). Nach Reichmann ist der Begriff zwar weder im deutschen noch im anglo-amerikanischen Raum abschließend definiert, es ist aber allgemein zu beobachten, daß es nicht mehr um die „Kontrolle“ geht, sondern um verschiedene Aufgaben, die zur Überwachung

und Steuerung des Unternehmens notwendig sind. Die Methoden des Controllings stellen Abweichungen von betriebswirtschaftlichen Zielen fest. Es sind aber bisher nur wenige konkrete Hinweise zur Strukturoptimierung ableitbar, bzw. sind Interpretationsverfahren zur Fertigungsstrukturoptimierung bisher nicht bekannt. Auch die Entwicklungen hin zum Selbstcontrolling von selbstorganisierten Einheiten (Kinkel 1997, S. 255) haben daran nur wenig geändert.

Neben den Methoden des Controllings spielen seit einigen Jahren auch die Methoden des Benchmarking eine wesentliche Rolle. Benchmarking ist nach Xerox (Camp 1994) der kontinuierliche Prozeß, Produkte, Dienstleistungen und Praktiken gegenüber den stärksten Mitbewerbern oder denjenigen Firmen, die als Industrieführer angesehen werden, zu messen (Camp 1994). Vergleichsmaßstäbe können nicht nur Wettbewerber, sondern auch andere im Unternehmen vorhandene Abteilungen sein.

Typische Schritte des Benchmarking (vgl. Camp 1994) sind:

- Bestimmung der Benchmarking-Objekte
- Festlegung der Benchmarking-Kennzahlen
- Erfassung des Ist-Zustandes
- Diskussion der Ergebnisse
- Ableitung von Maßnahmen
- Überwachung der Verbesserungen

In kurzer Form läßt sich festhalten, daß es das wesentliche Merkmal des Benchmarking ist, Kennzahlen zweier Partner zu vergleichen. Wesentlicher Nachteil der Methoden des Benchmarking ist es, daß ein Vergleich mit dem Best-in-class, wie er bei den Methoden des Benchmarking vorgesehen ist, aufgrund der Methode nicht dazu führen wird, den Best-in-class zu überholen. Ein weiterer Nachteil der Methode ist der oft schwierige Prozeß der Findung eines geeigneten Vergleichspartners bzw. der anschließende Prozeß des Austauschs interner Informationen. Häufige Einsatzfelder des Benchmarkings

finden sich im Bereich der Logistik. Anwendungen im Bereich der Fertigungsstrukturen sind in der Literatur bisher selten erwähnt.

3.3.4 Defizite im Bereich der kontinuierlichen Entwicklung der Fertigungsstrukturen

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, daß auch in Konzepten, die auf die Selbstorganisation aufbauen, Methoden der Überwachung zur Verfügung stehen sollten. Verschiedene in den letzten Jahren begonnene Forschungsarbeiten zeigen dies an. Die vorliegenden Methoden des Monitorings von Fertigungsstrukturen, wie beispielsweise das Werkzeug „Change“, aber auch die Methoden des klassischen Controllings weisen auf die fehlende Erfüllung der festgelegten Ziele hin. Allen ist gemeinsam, daß bisher keine direkte Ableitung von Strukturmaßnahmen erfolgen kann. Ein weiterer Nachteil der vorliegenden Methoden kann im Methodenbruch zwischen der Systemplanung und des Monitorings gesehen werden. Die Methoden des Monitorings bzw. des Controllings erfordern eine völlig neue Erfassung von Daten als die Methoden, die in der Strukturplanung eingesetzt werden.

3.4 Produktionssteuerung

Neben der Überwachung der Fertigungsstrukturen steht die Produktionssteuerung hybrider Fertigungsstrukturen im Mittelpunkt verschiedener Arbeiten, die sich mit dem Betrieb von Fertigungsstrukturen befassen (Kath 1994). Produktionssteuersysteme für rein produktorientierte Bereiche der Fertigung wurden schon 1991 von Ruffing (1991) vorgestellt. Die klassischen Methoden der Produktionsplanung und –steuerung wurden an die Bedürfnisse der Dezentralisierung der Verantwortung angepaßt. Auf die Steuerung von hybriden Strukturen (Verbindung von Produkt- und Funktionsorientierung) wurde in diesen Arbeiten nur wenig eingegangen.

Eine grundlegende Arbeit auf diesem Gebiet hat Kath 1994 veröffentlicht. Kath entwickelte eine dezentrale, leitstandsgestützte Fertigungssteuerung, deren

feinstufige Mechanismen eine Regelung auch in hybriden Fertigungsstrukturen ermöglichen. Das Konzept der horizontalen Abstimmung dezentraler Leitstandssysteme ermöglicht die spezifische Optimierung der Auftragsdurchführung auch in hybriden Fertigungsstrukturen. Aufbauend bzw. ergänzend zu diesen Arbeiten sind eine Reihe weiterer EDV-gestützter bzw. simulationsbasierter Ansätze entstanden (Burger 1992; Jürging 1995; Wilhelm 1996; Reinhart & Ansorge 1997; Martin 1998).

Allen Ansätzen ist gemeinsam, daß sie das Problem der heterogenen Fertigungsstrukturen mit Hilfe einer EDV-gestützten Lösung angehen. Diese Lösungen sind in großen Fertigungsbereichen notwendig und sinnvoll. Für kleine und mittelständische Betriebe sind diese Lösungen häufig zu aufwendig bzw. zu kostenintensiv. Es fehlen bisher Lösungen zur einfachen Steuerung einzelner zentraler Ressourcen in heterogenen (hybriden) Fertigungsstrukturen, die auch ohne EDV-Einsatz nutzbar sind.

3.5 Zusammenfassung der Defizite und Handlungsbedarf

In einer Erhebung des Fraunhoferinstitutes für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) (Lay & Wengel 1998) in Karlsruhe wurde festgestellt, daß 42% der Produktionsunternehmen der Innovation im organisatorischen Bereich eine sehr hohe Bedeutung beimessen. Große Hindernisse stehen aber Innovationen in den produktiven Bereichen gegenüber (Lay & Wengel 1998).

Die Fertigungsstrukturen sollen, wie in der Zielsetzung in Abschnitt 1.2 dargestellt,

- wandlungsfähig,
- schnell umsetzbar und
- unternehmensspezifisch sein,

aber auch den klassischen Zielen Zeit, Kosten und Qualität gerecht werden.

Die Untersuchung des Standes der Forschung und Technik in den Bereichen

der Fertigungsstrukturen sowie deren Planung und Betrieb hat gezeigt, daß wesentliche Defizite auf diesem Gebiet vorhanden sind. Die folgende Abbildung 3-16 zeigt eine zusammenfassende Bewertung vorliegender und bereits in diesem Kapitel vorgestellter Strukturkonzepte. Zur Bewertung wurden die zu Beginn dieses Abschnittes formulierten Ziele herangezogen.

	Funktionsorientierung		Produktorientierung				Hybride Str.	
	Werkstattfertigung	Fertigungsinseln	Fraktale	Segmente	Logische FI Typ I Typ II		Innovationsfamilien	
Wandlungsfähigkeit								
Konzept zur Weiterentwicklung der Strukturen	○	○	◐	○	◐	○	◐	
Unabhängigkeit v. Produktspektrum	◐	○	○	○	◐	○	◐	
Schnelle Produktmodifikationen	○	◐	◐	◐	◐	◐	◐	
Schnelle Umsetzbarkeit								
Berücksichtigung techn. Antipathiebeziehungen	◐	○	○	○	◐	◐	◐	
Konkrete Ausgestaltungshinweise	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	
Einbindung von Unternehmensspezifika								
Gruppenprinzip	◐	◐	◐	◐	○	◐	◐	
Berücksichtigung der vorhandenen Fertigungsstruktur	○	○	○	○	◐	◐	◐	
Zeit								
Kurze DLZ/geringe Bestände	○	◐	◐	◐	◐	◐	◐	
Geringer Vorplanungsbedarf	○	◐	◐	◐	○	○	◐	
Klare Zuständigkeiten	○	◐	◐	◐	○	◐	◐	
Kosten								
Skaleneffekte	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	
Qualität								
Prozesskettenoptimierung	○	◐	◐	◐	◐	◐	◐	
Akkumulation techn. Know-hows	◐	◐	◐	◐	◐	○	◐	

FI = Fertigungsinsel; DLZ Durchlaufzeit;

Abbildung 3-16: Bewertung vorliegender Strukturkonzepte für die Klein- und Mittelserienfertigung

Aus dieser Grafik läßt sich zunächst folgern, daß das Konzept der hybriden Strukturen den Zielkriterien in ihrer Gesamtheit, aber insbesondere den klassischen Zielkriterien am ausgeglichtesten entspricht. Das könnte den Schluß zulassen, daß dies der richtige Weg für die Zukunft wäre. Bisher werden dort aber der schnellen Umsetzbarkeit, dem Bezug zu vorhandenen Strukturen, den konkreten Umsetzungshinweisen und den Konzepten zur Weiterentwicklung der Strukturen nicht genügend Raum geboten. Dies soll im

darzustellenden Konzept ergänzt werden.

Es läßt sich aus dieser Bewertung zusätzlich ableiten, daß die Elemente Fertigungsinseln und Werkstattfertigung diametral entgegengesetzte Vorteile in sich bergen. Aus diesen beiden Erkenntnissen kann der Schluß gezogen werden, daß eine neue Struktur zu entwickeln ist, die einerseits die bisher noch vorhandenen Defizite der hybriden Strukturen ausgleicht und andererseits hierbei selektiv die Vorteile der Fertigungsinsel und der Werkstattfertigung verknüpft. In Bereichen, in denen große Skaleneffekte zu erwarten sind, muß auf die Werkstattfertigung zurückgegriffen werden. In Bereichen, die das Know-how über die gesamte Prozeßkette der Produkterstellung erfordern, ist eine Fertigungsinsel zu bevorzugen.

Beispielsweise soll auf diesem Wege die der Produktorientierung zugeschriebene Wandlungsfähigkeit bei Produktmodifikationen mit der Wandlungsfähigkeit der Funktionsorientierung bei tiefgreifenden Änderungen des Produkt- und Auftragspektrums verknüpft werden.

Die vorliegenden Planungsverfahren sind nicht geeignet, die Funktions- mit der Produktorientierung zu verbinden, da diese strukturspezifisch ausgerichtet sind. Es gibt Planungsverfahren für Fertigungsinseln, Segmente, Fraktale, die eigentliche Strukturentscheidung Produkt- bzw. Funktionsorientierung ist zu diesem Zeitpunkt aber schon gefallen. Sie können keine Auskunft über die „richtige Mischung“ für die Fertigung geben.

Der Blick auf die Verfahren zur Optimierung der Fertigungstiefe oder Make-or-Buy Analysen konnte weitere methodische Ansatzpunkte aufzeigen, der Fokus dieser Methoden bezieht sich aber zumeist auf eine Unterscheidung von unternehmensinternen bzw. externen Einheiten, woraus sich ein nicht unerheblicher Anpassungsbedarf ergibt. Es kann somit das Fehlen einer neutralen Methodik zur konkreten Struktur- und Umsetzungsplanung festgestellt werden.

Nicht nur die einmalige Planung der Fertigungsstrukturen muß im turbulenten Unternehmensumfeld beachtet werden, sondern auch die ständige

Überwachung und Weiterentwicklung der Strukturen. Die Vielzahl der vorliegenden Methoden hat nur einen geringen Bezug zu den Planungsmethoden der Strukturplanung. Der systematische Bruch zwischen Planung und Monitoring führt dazu, daß aus den Monitoringergebnissen nicht direkt strukturelle Maßnahmen abgeleitet und die Ergebnisse der Strukturplanung nicht wiederverwendet werden können. Die vorhandenen Methoden stoßen zumeist bei längerfristiger Planabweichung eine seltene Neuplanung der gesamten Strukturen an.

Nicht nur das Monitoring der Strukturen, sondern auch die Steuerung der funktionsorientierten Einheiten stehen in der Betriebsphase im Mittelpunkt. Gerade KMUs scheuen den Einsatz aufwendiger EDV-Systeme zur Steuerung hybrider Fertigungsstrukturen, wie sie von vielen Veröffentlichungen vorgeschlagen werden (vgl. Kath 1994). Es fehlen Ansätze, die es Unternehmen auf einfache Weise erlauben, diese Strukturen zu steuern.

Aus den kurz skizzierten Defiziten und Zielen dieser Arbeit läßt sich zusammenfassend folgender Handlungsbedarf ableiten. Es fehlt:

- ein Konzept zur Verbindung der Vorteile von produkt- und funktionsorientierten Strukturen für die Klein- und Mittelserienfertigung,
- ein ergebnisneutrales Planungsverfahren unter Berücksichtigung der vorhandenen Betriebsmittel,
- ein Strukturmonitoringinstrument zur ständigen Weiterentwicklung der Strukturen auf Basis der Planungsinstrumente sowie
- ein einfaches Auftragssteuerungskonzept für den Einsatz in hybriden Strukturen.

Die Verbindung von produkt- und funktionsorientierten Strukturen soll die wesentlichen Vorteile der beiden Richtungen selektiv bzw. additiv verknüpfen. Die kurzen Durchlaufzeiten der produktorientierten Strukturen sollen mit der langfristigen Stabilität der funktionsorientierten Strukturen trotz des sich verändernden Produktspektrums erreicht werden. Die eindeutige Termin- und

Qualitätsverantwortung für Produkte in Verbindung mit den Skaleneffekten in ausgewählten Produktionsbereichen soll die Gesamtproduktivität des individuellen Unternehmens steigern helfen.

Es werden Möglichkeiten eröffnet, strukturbestimmende Systemelemente, wie zum Beispiel vorhandene technische Anlagen und Maschinen, in bestimmten Bereichen in die Gesamtfertigungsstruktur zu integrieren, ohne die Umzugsaufwände für Maschinen und Anlagen unangemessen ansteigen zu lassen. Der Einbeziehung der momentanen Produktionssituation wird eine wesentliche Bedeutung beigemessen. Vorhandene Anlagen sind in den meisten Planungsaufgaben Basis der Planung. Dies ergibt sich daraus, daß die Maschinen und Anlagen eine Lebensdauer von mehr als 15 Jahren haben und nur sehr wenige Produkte eine sichere Prognose über die Entwicklung der Technik und der langfristigen Nachfrage erlauben (Westkämper 1999b). Es kann somit in den meisten Planungen von Restrukturierungen ausgegangen werden. Umplanungen sind geprägt durch viele Randbedingungen und eine sehr spezifische Unternehmenssituation, aus der heraus die Spezifika des Unternehmens gestärkt werden müssen und Schwachstellen behoben werden sollen.

Daraus ergibt sich die Forderung, daß das Ergebnis des Strukturplanungsprozesses auf Basis neutraler Analysen erreicht werden muß. Die strukturelle Ausrichtung nach Funktions- bzw. Produktorientierung muß aufgrund der vorliegenden Produktionssituation getroffen werden. Die vorzunehmenden Analysen dürfen noch keine Strukturentscheidung implizieren. Das Planungsverfahren muß individuelle Lösungen für individuelle Produkte und Produktionen ermöglichen, es muß ergebnisneutral sein.

Neben der Ergebnisneutralität des Planungsverfahrens ergibt sich aus der Notwendigkeit der ständigen Weiterentwicklung der Fertigungsstrukturen und der Anpassung an immer neue Umfeldrahmenbedingungen die Forderung, die Planungswerkzeuge zum Strukturmonitoring einzusetzen. Der Wandel der Strukturen wurde bisher in vielen Veröffentlichungen nicht als ständiger Prozeß, sondern als einmalige Reorganisation im Unternehmen implementiert.

Ziel muß es sein, die Fertigungsstruktur heute und in Zukunft immer wieder neuen Umfeldveränderungen anzupassen. Die notwendigen Steuerungskonzepte müssen einfach und ohne hohe Kosten installierbar sein.

Alle angesprochenen Bereiche sind so verzahnt miteinander, daß ein durchgängiges Konzept zur Strukturierung von Fertigungen entworfen werden muß.

4 Konzeption - Kerninsel-Dienstleisterkonzept

Die Betrachtung des Standes der Forschung hat deutlich gemacht, daß noch ein erheblicher Handlungsbedarf im Bereich der Strukturierung der Fertigung besteht. Hierzu versucht das vorliegende Konzept einen Ansatz zu bieten, der in diesem Kapitel dargestellt werden soll.

Die Darstellung des Konzeptes gliedert sich auf den folgenden Seiten in die Abschnitte

- Strukturkonzept (Abschnitt 4.1),
- Planungssystematik (Abschnitt 4.2),
- Monitoringsystem (Abschnitt 4.3) sowie
- Steuerungssystem (Abschnitt 4.4).

Das grundlegende Strukturkonzept bildet die Basis, aufbauend darauf wird eine Planungssystematik zur Erarbeitung der unternehmensspezifischen Struktur dargestellt. Der Abschnitt 4.3 zeigt dann auf, wie die Instrumente der Planungsmethodik auch zum Monitoring der Strukturen in der Betriebsphase eingesetzt werden können. Im Abschnitt 4.4 steht die Auftragssteuerung innerhalb dieser neuen Strukturen im Mittelpunkt.

4.1 Das Strukturkonzept

Der wachsende Konkurrenzdruck erzwingt es, daß Fertigungsstrukturen besonders wirtschaftlich sind, geringe Bestände, kurze Durchlaufzeiten aufweisen und wandlungsfähig sind. Fertigungen müssen somit einerseits die Skaleneffekte in der Fertigung nutzen, andererseits aber auch kurze Durchlaufzeiten garantieren. Ebenso ist es notwendig, in einigen Bereichen unabhängig von Produkt- und Auftragsstypen zu sein, aber auch kurzfristig auf kleine Produktmodifikationen zu reagieren und im Zuge dessen auf aufwendige Vorplanungen des Auftragsdurchlaufes bspw. durch die Arbeitsplanerstellung in der Arbeitsvorbereitung zu verzichten, bzw. diese auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Skaleneffekte nutzen heißt, insbesondere auch gleichartige Arbeitsschritte verschiedener Produkte auf einer hochproduktiven und -ausgelasteten Maschine durchzuführen (bspw. automatische Lackierstraße) und dort spezifisches Know-how aufzubauen, das langfristig in einer organisatorischen Einheit verankert wird. Dieses wird gemäß Abschnitt 3.1.1 am besten von funktionsorientierten Organisationseinheiten erfüllt und deshalb im vorzustellenden Konzept durch eine funktionsorientierte organisatorische Einheit, die ab sofort Dienstleister genannt wird, durchgeführt.

Dienstleistung bezeichnet die Schnittmenge der einander ähnelnden Potentiale mehrerer Systemelemente. Das Potential eines Systemelements (Maschine) ist beispielsweise das Fräsen von Bauteilen < 500 mm, einer weiteren Fräsmaschine beispielsweise Fräsen von Bauteilen > 250 mm und < 1000 mm Kantenlänge. Beide erfüllen die Dienstleistung Fräsbearbeitung und können den Dienstleister Fräsbearbeitung bilden. Aus dieser allgemeinen Betrachtung der Begriffe Dienstleister und Dienstleistung läßt sich folgende Definition für die Dienstleister im Kerninsel-Dienstleisterkonzept finden.

Definition Dienstleister:

Dienstleister sind funktionsorientierte, aufbauorganisatorische Einheiten, die ihre Dienstleistung verschiedenen Auftraggebern (später Kerninseln genannt) anbieten. Dienstleistungen sind Funktionen in der Fertigung, wie beispielsweise das Lackieren, das Bohren, das Fräsen.....

In diesen Einheiten können Skaleneffekte und funktionspezifische Lerneffekte erzielt werden. Die Zusammenstellung verschiedener Dienstleistungen ermöglicht es, in einem gewissen Rahmen unabhängig vom Produkt- und Auftragstyp zu werden. Beispielsweise können Schwankungen der Bedarfe verschiedener Produktgruppen kapazitiv ausgeglichen werden. Der Dienstleister bietet seine Dienstleistung bei freien Kapazitäten auch neuen Nachfragern an. Auslaufende Produkte können durch neuanlaufende, die die gleiche Dienstleistung benötigen, ohne aufbauorganisatorische Veränderungen ersetzt werden.

Wie können demgegenüber jedoch kurze Durchlaufzeiten, eine klare Produktverantwortung für Qualität und Termin, die Optimierung der Prozesskette des Produktes sowie eine schnelle Umsetzung von Produktmodifikationen realisiert werden? Wer fragt die Dienstleistungen an und beauftragt die Dienstleister? Dies können gemäß Abschnitt 3.1.2 am besten produktorientierte Organisationseinheiten leisten. Zu diesem Zwecke ist eine auf die Kernaufgaben reduzierte Fertigungsinsel vorgesehen. Diese wird im folgenden Kerninsel genannt. Die Definition wurde aufbauend auf den Definitionen der Fertigungsinsel (Moldaschl 1994; AWF 1990) erarbeitet:

Definition Kerninsel:

Die Kerninsel ist eine produkt- und gruppenorientierte aufbauorganisatorische Einheit, deren Aufgabe darin besteht, eine termin- und qualitätsgerechte Erstellung bestimmter Produktgruppen zu gewährleisten. Die Arbeit trägt die Kennzeichen der autonomen Gruppenarbeit, wie sie in Kapitel 3 definiert wurden. Die Kerninseln beauftragen für bestimmte Tätigkeiten die vorhandenen Dienstleister, führen aber auch möglichst viele Tätigkeiten, insbesondere produktorientierte Kernaufgaben, selbst mit zugeordneten Betriebsmitteln durch.

Die Gesamtstruktur des Kerninsel-Dienstleisterkonzept setzt sich somit zusammen aus diesen beiden Grundstrukturbausteinen. Diese Bausteine werden im Verlauf der Darstellung weiter differenziert. Die optimale Kombination der unterschiedlichen Elemente wird durch die Planungsvorgehensweise gewährleistet.

4.1.1 Kerninseln - Mittelpunkte der Produktorientierung

Die Produktorientierung steht für die Nutzung der Vorteile aus der Prozesskettenoptimierung entlang der Wertschöpfungskette. Synergetische Effekte werden durch die bessere technische und organisatorische Abstimmung der Prozesse aufeinander erreicht. Diese Optimierungs-

maßnahmen sollen ganz wesentlich über die direkten Bereiche hinausgehen (Wildemann 1993, S. 254). Beispielsweise sollen diese Einheiten bei der langfristigen Produktgestaltung Einfluß nehmen.

Diese wesentliche Aufgabe übernimmt definitionsgemäß im Kerninsel-Dienstleisterkonzept die Kerninsel. Zum besseren Verständnis wird die Beschreibung der Kerninseln in die drei Merkmale Organisation, Mensch und Technik eingeteilt.

Organisation

Die Kerninsel soll zum Kommunikationszentrum und zum Ort der Verbesserung über die Wertschöpfungsstufen hinweg werden. In diese Kommunikation sollen auch die Dienstleister miteingebunden werden, deshalb hat die Transparenz hier einen großen Stellenwert. Plantafeln sollen beispielsweise die Auftragszustände anzeigen, an denen sich „Außenstehende“ informieren können. Die Verantwortung für die Fertigstellung des Produktes durch die Dienstleister liegt bei der Kerninsel, ihr obliegt die Überwachung der internen und externen, d.h. durch Dienstleister durchgeführten Arbeitsschritten. Sie übernimmt in immer wachsendem Umfang auch indirekte Tätigkeiten, wie beispielsweise die Materialdisposition. Sie ist als Organisationseinheit in die Gesamtstruktur des Unternehmens eingebunden und ist erster Ansprechpartner für Umkonstruktionen und Verbesserungen innerhalb der Teilefamilie. Sie ist als organisatorische Einheit fest instanziiert. Wie integriert sich der Mensch in eine solche Struktureinheit?

Mensch

Der Mensch wird in ein Sozialgefüge Gruppe bzw. Team eingebettet, deren Bestand aufgrund der Planungskriterien langfristig gesichert ist. Die Gruppen werden an stabile Produktspektren gekoppelt. Mindeststabilitätszeitraum soll angelehnt an die Erkenntnisse von Wahren (1994) 2-3 Jahre sein, um gruppendynamische Prozesse zu ermöglichen. Die Bedingungen der autonomen Gruppenarbeit werden definitionsgemäß eingehalten. Alle Maßnahmen, wie beispielsweise Gruppentreffen, die zur schnellen

Gruppenbildung bzw. Teambildung beitragen, können in unverändertem Maße auch in dieser Struktureinheit getroffen werden. Gruppendynamische Effekte, die produktivitätssteigernd wirken, werden erwartet.

Technik

Neben der organisatorischen Einbindung und der Bindung des Menschen an die Kerninseinheiten stellt sich die Frage nach der Zuordnung von Betriebsmitteln zu den Kerninseinheiten. Wesentliches Merkmal muß wie auch bei der herkömmlichen Fertigungsinselplanung eine hohe Auslastung durch die Produkte der einzelnen Kerninsel sein. Diese hohe Auslastung sollte durch die Produktgruppe über einen Horizont von 2-3 Jahren ähnlich der Mitarbeiterzuordnung gewährleistet werden, um die Stabilität der Gruppen im Arbeitsumfang und das Qualifikationsprofil der Mitarbeiter erreichen zu können.

Ein besonderer Aspekt ist neben der Auslastung die Notwendigkeit zur Sammlung von Wissen durch die Mitarbeiter in bezug auf das Produkt und die Abstimmung mehrerer Prozesse aufeinander. Beispielsweise kann sich die Maßhaltigkeit eines Blechbauteils in bestimmten Zonen in den Schneidprozessen bestimmend auf nachfolgende Abkant- bzw. Schweißprozesse und deren Qualität auswirken. Prozesse mit großer Abhängigkeit voneinander sollten in Kerninseln vereinigt werden. Die Kernprozesse und die dazu notwendigen Maschinen und Anlagen der jeweiligen Produktgruppe müssen identifiziert werden. Kernprozesse sind gekennzeichnet durch eine große Qualitätsrelevanz für das Produkt bzw. durch einen hohen Wertschöpfungsanteil und eine integrierte Lage im Arbeitsplan. Unter einer integrierten Lage innerhalb des Arbeitsplanes ist zu verstehen, daß die Arbeitsschritte nicht die ersten oder letzten Arbeitsschritte in den Arbeitsplänen sind.

Betriebsmittel, die über eine geringe örtliche Flexibilität verfügen bzw. deren örtliche Variabilität hohe Kosten verursachen würde, werden als sogenannte Satelliten der Kerninsel einbezogen. Beispielhaft können in diesem Zusammenhang große Pressen genannt werden, deren Umzugskosten schnell

große Beträge erreichen können. Die Einsparungen durch die größere Transparenz und die geringeren Transportkosten können in diesen Fällen die Umstellungskosten nur in den seltensten Fällen rechtfertigen.

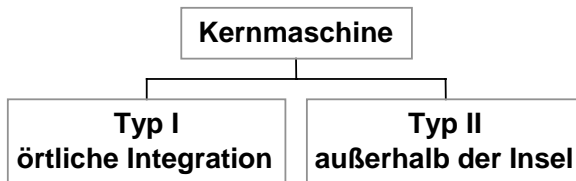


Abbildung 4-1: Formen der Kernmaschinen

Diese Satelliten der Kerninseln besitzen alle Merkmale einer Kerninselmaschine, ihnen fehlt nur die örtliche Einbindung in die Strukturen. Sie sind wie Kerninselmaschinen direkt einer Teilefamilie zugeordnet. Besondere Gruppenmaßnahmen (Gruppenkennzeichen, job rotation, Gruppentreffen ...) sind in diesen Situationen außerordentlich wichtig, um eine gleichberechtigte Einbindung der Maschine zu erreichen. Beispielsweise kann der Materialfluß durch die Mitarbeiter des Satelliten übernommen werden, um die direkte und informelle Kommunikation zwischen Kerninsel und Satellit der Kerninsel zu fördern. Satelliten sollten trotzdem die Ausnahme sein und durch die Anordnung von Anlagen mit hoher örtlicher Flexibilität zu den örtlich inflexiblen Maschinen vermieden werden.

Diese Beschreibung der Kerninsel zeigt die komplexe Situation in der Planungsphase und kann damit verdeutlichen, wie notwendig eine transparente Methodik zur Bestimmung der Kerninsel ist, die in Abschnitt 4.2 vorgestellt wird.

4.1.2 Dienstleister - Mittelpunkte der Funktionsorientierung

Den Mittelpunkt der funktionsorientierten Optimierung bilden im Kerninsel-Dienstleisterkonzept die Dienstleister. Genutzt werden sollen die Spezialisierungsvorteile, die durch eine Konzentration auf bestimmte

Tätigkeiten innerhalb einer Einheit erreicht werden können. Die Dienstleister werden durch die verschiedenen produktorientierten Kerninseln angefragt und beauftragt. Grundlage dieser Beziehung ist das Kunden-Lieferantenverhältnis. Auch hier soll wieder auf die drei Bereiche Organisation, Mensch und Technik vertiefend eingegangen werden.

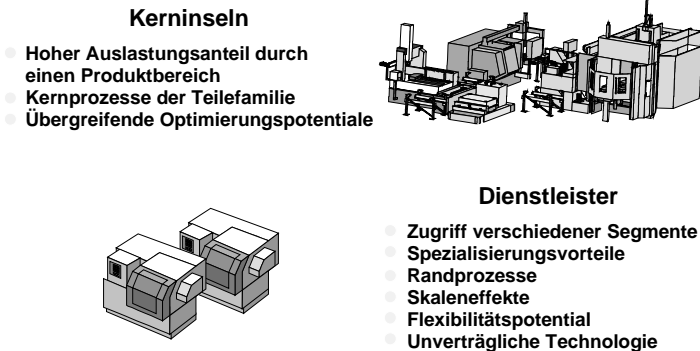


Abbildung 4-2: Bedingungen der Kerninseln und Dienstleister

Organisation

Die Dienstleister haben innerhalb der Organisation die Aufgabe, definierte und festgelegte Verrichtungen, wie beispielsweise das Lackieren, durchzuführen. Sie werden als Lieferanten für die internen Kunden (Kerninseln) betrachtet. Eine Einbindung in bestimmte Entscheidungen der Kerninsel sollte natürlich stattfinden und muß durch eine transparente Darstellung der Situation in der Kerninsel unterstützt werden. Zielvereinbarungen sollen die Einhaltung verschiedener Qualitäts- und Zeitrahmen festlegen, die sich in der steuerungstechnischen Einbindung, wie sie in Abschnitt 4.4 beschrieben wird, niederschlagen kann.

Durch die klare Definition der Aufgabe und den Charakter als Dienstleister ist ein Vergleich mit unternehmensexternen Lieferanten leicht durchführbar. Strategische Überlegungen können aber auch, wenn sich die Kostensituation negativ darstellt, zur Beibehaltung eines internen Dienstleisters führen, um beispielsweise besonderes Spezialistenwissen nicht abwandern zu lassen.

Make or Buy Überlegungen, wie sie Melchert (1992) beschreibt, können somit unabhängig angestellt werden.

Mensch

Auch bei den Dienstleistern sollen gruppendynamische Effekte zum Erfolg beitragen. Die Motivation der Einheiten kann nicht über das Produkt erfolgen, aber in vielen Fällen sicherlich über die Wettbewerbssituation mit externen Dienstleistern bzw. den Zielvereinbarungsprozeß. Die Fortbildung und die Auswahl der Mitarbeiter muß auf Spezialisten ausgerichtet sein. Die Zuordnung von Mitarbeitern zu den Dienstleistungseinheiten ist keine unabdingbare Eigenschaft der Dienstleister. Dienstleister können sich auch als Betriebsmittelpool darstellen. Die notwendigen manuellen Tätigkeiten werden dann von den Kerninselmitarbeitern selber durchgeführt.

Auf der anderen Seite sollten auch kurzfristig eingesetzte Mitarbeiter, wie beispielsweise Saisonkräfte, als Dienstleister organisiert werden, um die Gruppenstruktur in den Kerninseln nicht zu stören. Es ist in der betrieblichen Praxis festzustellen, daß es bestimmte Berufsgruppen gibt, die nicht mit anderen Werkern zu einer produktorientierten Einheit zusammengefaßt werden wollen. Hier kann auch ein heterogenes Gehaltsgefüge eine wesentliche Rolle spielen. Auch in diesen Fällen sollte die Aufstellung solcher Einheiten als Dienstleister bedacht werden.

Technik

Bei der Zuordnung von Betriebsmitteln zu Dienstleistern bzw. bei der Planung von Dienstleistern stehen zunächst drei Aspekte im Mittelpunkt:

- die langfristige Auslastungssituation durch verschiedene Kerninseln,
- die Erhaltung von Mengenflexibilität wie auch
- der Neuanlauf von Produkten, deren Stückzahlverlauf noch nicht prognostizierbar ist.

Die schlechte Prognostizierbarkeit der Ressourcenbedarfe kann durch Dienstleister risikoarm abgedeckt werden, wenn diese Ressourcen dann auch

anderen Produkten zur Verfügung gestellt werden können. Sie stellen in diesen Fällen die Flexibilitätsreserven der Fertigung dar. Die Auslastungssituation durch verschiedene Kerninseln bzw. Produktgruppen spielt insbesondere dann eine Rolle, wenn es sich um kapitalintensive Maschinen handelt, bei denen durch die Nutzung einer zentralen Einheit große Skaleneffekte erzielt werden können. Technologische Lernkurven werden durch die Konzentration auf bestimmte technische Prozesse bei Dienstleistern steiler verlaufen und können nicht vernachlässigt werden, wenn es um die optimale Konfiguration der Fertigungsstruktur geht.

Neben den Flexibilisierungs- und Lerneffekten sind es auch technische Randbedingungen, die einen Dienstleister bilden. Es kann für Maschinen mit großen technischen Antipathiebeziehungen (Gerlach u.a. 1996) die richtige Alternative sein. Antipathiebeziehungen können insbesondere durch die Emission von Schall, Staub, Vibrationen usw. hervorgerufen oder die notwendige Immissionsfreiheit, wie beispielsweise die besondere Anfälligkeit gegen Vibrationen oder Verschmutzung, ausgelöst werden.

Es lassen sich somit verschiedene Merkmale für die Auswahl der Betriebsmittel als Dienstleister festhalten:

- Nutzung von Spezialisierungsvorteilen,
- Zugriff unterschiedlicher Kerninseln auf das Betriebsmittel,
- kostenintensive Engpaßressource,
- technologische Antipathiebeziehungen zu anderen Betriebsmitteln,
- Randprozesse des Arbeitsplans (erster oder letzter Arbeitsschritt) oder
- realisierbare Skaleneffekte.

Die vielfältigen Gründe, die für die Implementierung eines Dienstleisters in die Fertigungsstruktur sprechen, machen es notwendig, bedarfsgerechte Formen der Dienstleister darzustellen. Eines der wesentlichsten Unterscheidungsmerkmale ist die Notwendigkeit der Zuordnung von Mitarbeitern zu den Betriebsmitteln. Hieraus ergeben sich zwei wesentliche Formen der

Dienstleister (vgl. Abbildung 4-3):

- echter Dienstleister mit Mitarbeitern und Betriebsmitteln und der
- Betriebsmittelpool mit dezentraler Steuerung.

Das zweite Unterscheidungsmerkmal der Dienstleister ist das Steuerungsprinzip, hier lässt sich

- die zentrale und
- die dezentrale Steuerung unterscheiden.

Eine zentrale Steuerung der Dienstleister entspricht einer heute üblichen zentralen PPS. Die dezentrale Steuerung hingegen beruht auf der kurzfristigen Buchung der Dienstleister durch die Kerninseln als Auftraggeber ohne zentrale Instanz. Ein direkte Kunden-Lieferanten-Beziehung wird aufgebaut.

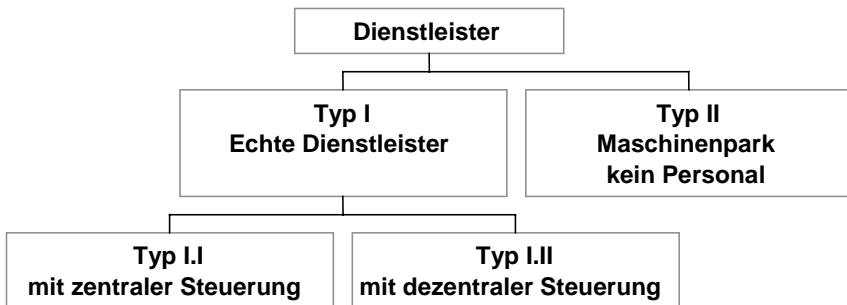


Abbildung 4-3: Formen der Dienstleister

Sicherlich lassen sich noch weitere Unterformen der Dienstleister kreieren. Weitere Optimierungen der Dienstleister können im Anwendungsfall geprüft und implementiert werden.

4.1.3 Die Gesamtstruktur aus Kerninseln und Dienstleistern

Die Fertigungsstruktur nach dem Kerninsel-Dienstleisterkonzept stellt sich somit als eine Kombination aus funktions- und produktorientierten Einheiten dar. Spezielle Teile der Prozeßkette werden spezifisch über Prozeßketten hinweg in Dienstleister oder innerhalb der Prozeßkette in den Kerninseln zusammengefaßt.

Die unternehmensspezifischen Ausprägungen finden sich in einem Spektrum von einer rein produktorientierten Organisation wie der Fertigungsinsel bis hin zu einer reinen funktionsorientierten Struktur wie die einer Werkstatt. Für die meisten nach diesem Prinzip strukturierten Fertigungen wird sich eine Mischstruktur aus Dienstleistern und Kerninseln ergeben. Diese Organisationsform darf aber nicht als Matrixorganisation mißverstanden werden, da jeder Mitarbeiter wie auch jedes Betriebsmittel nur einer Einheit eindeutig zugeordnet ist. Eine methodische Zuordnung wird im folgenden Abschnitt dargestellt.

4.2 Das Planungsverfahren

Besondere Bedeutung gewinnt im Kerninsel-Dienstleisterkonzept das Planungsverfahren. Die Zuordnung von Betriebsmittel und Aufgabe zu den internen Dienstleistern bzw. zu den Kerninseln, aber auch die Bildung von Produktgruppen bzw. Teilefamilien sind ausschlaggebend für die Planung der Fertigungsstruktur. Wesentliches Ziel, wie schon in Kapitel 3 postuliert, ist die Ergebnisneutralität des Planungsverfahrens. Ergebnisneutralität des Verfahrens bedeutet, daß durch die Wahl des Planungsverfahrens keine besondere Strukturvariante (produkt- oder funktionsorientiert) den Vorzug erfährt, sondern eine unabhängige spezifische Analyse und Auswahl durchgeführt wird. Vorliegende Planungsverfahren sind zumeist, wie im Stand der Forschung in Kapitel 3 gezeigt, auf eine bestimmte Strukturvariante ausgerichtet oder bieten oft keine oder nur wenige Hinweise zur Operationalisierung der Umsetzungsaufgabe.

Ziel muß es deshalb sein, das Strukturplanungsergebnis auf Basis neutraler Analysen zu erreichen. Das Planungsverfahren muß individuelle Lösungen für individuelle Produkte und Produktionen in individuellen Unternehmen ermöglichen, um die Unternehmensspezifika zu stärken. Besondere Berücksichtigung sollen, um die schnelle Umsetzbarkeit zu erreichen, vorhandene technische Anlagen, Maschinen sowie organisatorische Strukturen finden. Umstrukturierungen stehen im Mittelpunkt der Überlegungen und Verfahren. Der ständige Wandel der Strukturen muß unterstützt werden.

4.2.1 Gesamtablauf der Planung

Die Planung heterogener Strukturen erfordert eine mehrstufige Vorgehensweise. Sie enthält Elemente der klassischen Planung produktorientierter bzw. funktionsorientierter Strukturen wie auch eine Entscheidungssystematik zur Differenzierung zwischen Dienstleister und Kerninsel.

In dieser Arbeit wird eine 4-stufige Vorgehensweise zur Lösung dieses Planungsproblems vorgeschlagen:

- I. Planungsschritt:
Zuordnung von Betriebsmittel zu Produktgruppen auf der Basis klassischer Fertigungsinselplanungsmethoden
- II. Planungsschritt:
Bewertung der einzelnen Betriebsmittel mittels des Planungsoktogens
- III. Planungsschritt:
Mustervergleich und Abweichungsberechnung von Standardlösungen
- IV. Planungsschritt:
Ableitung von Umsetzungsstrategien

Im ersten Schritt werden aufbauend auf eine klassische Teilefamilienbildung produktorientierte Einheiten gebildet. Dieser Schritt bildet die Grundlage zur

Beurteilung und Zuordnung von Betriebsmitteln zu den gebildeten produktorientierten Einheiten bzw. Dienstleistungseinheiten. Der zweite Schritt bewertet die einzelnen Betriebsmittel anhand eines Bewertungshilfsmittels, dem Planungsoktogen (angelehnt an ein Polaritätsprofil), auf das im folgenden Abschnitt ausführlich eingegangen wird. In diesem Vorgehen wird teilweise auf die Methoden und Kriterien der Make or Buy Analyse zurückgegriffen. Nach der Bewertung werden im dritten Schritt die spezifischen Oktogone mit Standardlösungen verglichen, um eine Zuordnung in möglichst kurzer Zeit für jedes Betriebsmittel durchführen zu können. Aus diesen Ergebnissen können anschließend Umsetzungsstrategien im letzten Schritt des Planungsverfahrens erarbeitet werden.

4.2.2 I. Planungsschritt: Produktgruppenanalyse

Der erste Schritt des Planungsverfahrens zur Planung der Kerninsel-Dienstleisterstruktur beruht auf Methoden der klassischen Fertigungsinselplanung. An dieser Stelle wird auf die in Kapitel 3 Stand der Forschung beschriebenen Verfahren zurückgegriffen. Es sei hier an die Arbeiten von Opitz 1966 bis Lulay & Decker 1996 verwiesen. Diese Verfahren unterscheiden sich im wesentlichen nach Anzahl und Art der berücksichtigten Kriterien bzw. dem notwendigen Aufwand der Analyse und der Datenbeschaffung vor der Verfahrensdurchführung.

Die weiteren Ausführungen basieren auf den Vorgehensweisen und dem Werkzeug Fintino (Fertigungsinselplanung durch Teilefamilienbildung und interaktive Optimierung), das von Lulay und Decker (Lulay & Decker 1996) vorgestellt wurde. Das Werkzeug und die Methode stellen einen Kompromiß aus ausreichender Genauigkeit und angemessenem Arbeitsaufwand zur Berechnung von Teilefamilien dar. Besondere Bedeutung besitzt dieses Verfahren insbesondere deshalb, weil es die vorhandenen Betriebsmittel bei der Fertigungsinselbildung berücksichtigt.

Die Methode und das Werkzeug Fintino beruht auf einem Vergleich der Arbeitsfolgen, die in den Arbeitsplänen niedergelegt sind. Die Bezugnahme auf

die Arbeitsplandaten vereinfacht die Datenakquise, da diese zumeist in den PPS-Systemen in Datenform vorliegen. Diese können schnell und einfach extrahiert werden. Die Prüfung der Aktualität bzw. die Aktualisierung nimmt in den meisten Fällen einige Zeit in Anspruch, kann aber nicht umgangen werden, da eine gesicherte Grundlage der Planung unverzichtbare Bedingung aller weiteren Schritte ist.

Repräsentative Teile, die im Gespräch mit den Werkern und Planern ermittelt wurden, können als sogenannte Keime in das Werkzeug Fintino eingegeben werden, um die vollständige Enumeration der Möglichkeiten, wie sie bei vielen ähnlichen Werkzeugen durchgeführt wird, abzukürzen. Die Teile werden um diese Keime herum geclustert, unattraktive Keime werden ausgesondert. Diese Methodik ermöglicht es, das Wissen und die Erfahrung der Mitarbeiter einzubeziehen, indem es Eingriffe des Operators erlaubt.

Anschließend werden aufgrund der Dispositionsdaten die von den Teilefamilien benötigten Kapazitäten bestimmt und Betriebsmittel aus dem vorhandenen Pool den Teilefamilien zugeordnet. Verschiedene weitere Algorithmen verbessern die Trennschärfe der Zuordnung der Teilefamilien sowie die optimierte Zuordnung der Betriebsmittel. Die Zuordnung von Betriebsmitteln zu Teilefamilien erfolgt eindimensional aufgrund des Kapazitätsbedarfs der Einheiten, errechnet auf Basis der Teilefamilie.

Ein differenziertes Kennzahlensystem gibt Auskunft über die Güte der Vorschläge. Zu jeder Maschine kann die Auslastung sowie die Verteilung der Kapazitäten auf die verschiedenen Gruppen dargestellt werden. Interaktiv kann dann diese Planung aufgrund der Kennzahlen optimiert werden. Diese Kennzahlen bilden die Grundlage für die weitere Vorgehensweise im Dienstleister-Kerninselkonzept.

Neben dieser hier vorgeschlagenen Methode können auch andere Methoden, die zu einer Differenzierung von Teilefamilien führen, wie beispielsweise A,B,C-Mengenanalysen oder Geometrieanalysen, die nicht fertigungstechnische Eigenschaften von Teilen einbeziehen, herangezogen werden. Ziel ist es, eine möglichst starke Differenzierung der Teilefamilien zu erreichen.

Ergebnis dieser ersten Phase der Planungsvorgehensweise ist ein bewerteter Strukturvorschlag, wenn die gesamte Fertigungsstruktur produktorientiert ausgerichtet werden soll. Auf dieser Basis wird nun die Dienstleister-Kerninselstruktur entwickelt.

4.2.3 II. Planungsschritt: Betriebsmittelanalyse

In der Betriebsmittelanalyse müssen die einzelnen Betriebsmittel unter Zuhilfenahme einer Bewertungsmethode im Hinblick auf die wesentlichen Kriterien zur Aufstellung als Dienstleister oder innerhalb der Kerninsel bewertet werden.

Der besondere Schwerpunkt liegt auf den Kriterien, die, wie in Kapitel 2 beschrieben, für die Klein- und Mittelserienfertigung im Stückgutbereich relevant sind. Im konkreten Anwendungsfall eines spezifischen Fertigungsbereiches können jederzeit weitere Kriterien aufgrund der Zielstellung des Projektes an Gewicht gewinnen bzw. neue hinzukommen. Die dargestellte Auswahl der Kriterien soll dem Leser und Anwender dieser Methodik eine Hilfe sein, Kriterien zu finden. Das projektspezifische Hinzufügen bzw. Streichen von Kriterien muß unabhängig erfolgen. Eine kurze Anleitung zum Umgang mit zusätzlichen Kriterien wird am Ende dieses Teilabschnittes gegeben. Die Kriterien werden im konkreten Projekt zu Beginn in Workshops erarbeitet.

Wesentlich zur Beurteilung einiger der Kriterien ist der Bezugszeitraum. Das ist der Zeitraum, für den die Struktur einer gewissen Konstanz unterworfen werden soll. Der vorgeschlagene Zeithorizont ergibt sich aus der notwendigen Stabilität für Gruppen bzw. Kerninseln von 2-3 Jahren, wie Wahren 1994 postulierte. Diese Stabilität muß insbesondere im Bereich der Kerninseln eingehalten werden, um eine Gruppenstruktur und eine Identifikation mit der Produktgruppe zu ermöglichen. Der individuelle Anwendungsfall kann auch hier Anpassungen notwendig machen, die ohne Probleme in die jeweiligen zeitbezogenen Kriterien einfließen können.

4.2.3.1 Kriterien

Im folgenden werden acht Kriterien dargestellt, die individuell im Anwendungsfall ergänzt bzw. ersetzt werden können. Die vorgeschlagenen Kriterien sollen eine Hilfe sein, schnell und zielgerichtet eine Kriterienauswahl durchzuführen.

Folgende Kriterien werden vorgeschlagen:

- Gesamtauslastung des Betriebsmittels
- Auslastung durch die Teile der zugeordneten Teilefamilie
- Unsicherheit der Nutzung in der Zukunft
- Mitarbeiterqualifikation
- Qualitätsbestimmung des Prozesses
- Integration in die Abläufe - Kooperationsgrad
- Integrationsaufwand (Umzugs-, Kapselungsaufwand...)
- erzielbarer Skaleneffekt

Auf die spezifische Gestaltung des Kriteriums wird in den folgenden Abschnitten eingegangen.

Gesamtauslastung des Betriebsmittels

Die Höhe der Gesamtauslastung kann einen wesentlichen Hinweis geben, ob eine Maschine als Dienstleister fungieren sollte. Die statischen Engpässe der Produktion besitzen eine hohe Auslastung durch die Gesamtproduktion, werden aber häufig durch sehr viele Teilefamilien beansprucht. Im Mittelpunkt muß an diesen Maschinen eine hohe Auslastung stehen, was auf eine Nutzung als Dienstleister hinweisen kann, da dort spezialisierte Mitarbeiter für einen optimierten Ablauf sorgen können.

Die Auslastung wird als Anteil an der maximal verfügbaren Kapazität der Anlage angegeben. Eine geringe Gesamtauslastung kann auch für eine Nutzung in einem Maschinenpark, also einem Typ II Dienstleister, sprechen.

K_{max} *Maximal verfügbare Kapazität in h pro Monat*

K_{nutz} *Genutzte Kapazität in h pro Monat*

A_i *Auslastung der Maschine i*

$$A_i = \frac{K_{nutz}}{K_{max}} \quad (Gl. 2)$$

Man kann an der Beschreibung zu diesem ersten Kriterium erkennen, daß eine Entscheidung über die Zuordnung zu einer Kategorie Dienstleister bzw. Kerninsel und den Unterkategorien wie etwa ein Maschinenpark oder echter Dienstleister nur in der Kombination von Kriterien zu erreichen ist. Wie dies möglich ist, wird nach der Beschreibung der Kriterien dargestellt.

Auslastung durch die Teilefamilie

Die Auslastung durch die zugeordnete Teilefamilie wird als Kapazitätsanteil der Teilefamilie im Verhältnis zur Gesamtkapazität angegeben. Diese Kennzahl ist wichtig, um die Güte der Zuordnung zu einer Teilefamilie beurteilen zu können. Diese Kennzahl wurde im Planungsschritt I erarbeitet. Ein geringer Kapazitätsanteil der zugeordneten Teilefamilie spricht in vielen Fällen gegen eine feste Zuordnung zu einer Kerninsel.

K_{nutz} *Genutzte Kapazität in h pro Monat*

K_{pj} *Genutzte Kapazität der Produktgruppe j in h pro Monat*

A_{ij} *Auslastungsanteil der Produktgruppe j an der Auslastung der Maschine i*

$$A_{ij} = \frac{K_{pj}}{K_{nutz}} \quad (Gl. 3)$$

Unsicherheit der Nutzung in der Zukunft

Das dritte als wesentlich eingeschätzte Kriterium im Bereich Auslastung und Nutzung der Betriebsmittel ist die Unsicherheit der Nutzung durch die

zugeordnete Teilefamilie in den nächsten Jahren. Festgestellt wird der Anteil der Nutzung an der Gesamtnutzung der Anlage, der in 2-3 Jahren durch die Teilefamilie nicht mehr benötigt wird. Besondere Bedeutung erhält dieses Kriterium, wenn bestimmte Technologien vor einer Erneuerung oder Produktfamilien vor einem Redesign stehen. Große Unsicherheiten legen eine Anordnung als Dienstleister nahe. Zur Erarbeitung dieser Kennzahl wird auf die verschiedenen Prognosetechniken verwiesen, eine gute Sammlung bietet Daenzer (Daenzer 1989, S. 242).

$K_{Pj\text{unsicher}}$ Anteil der Kapazität der Produktgruppe j in h pro Monat, die wahrscheinlich im Stabilitätszeitraum nicht mehr genutzt wird

K_{Pj} Genutzte Kapazität der Produktgruppe j in h pro Monat

$A_{ij\text{unsicher}}$ Unsicherer Auslastungsanteil der Produktgruppe j an der Auslastung der Maschine i durch die Produktgruppe j

$$A_{ij\text{unsicher}} = \frac{K_{Pj\text{unsicher}}}{K_{Pj}} \quad (\text{Gl. 4})$$

Qualifikation

Neben diesen Auslastungskriterien bezogen auf das Betriebsmittel spielt der Mitarbeiter eine wesentliche Rolle. Muß dessen Qualifikation für die Bedienung besonders funktionspezifisch sein, ist es sinnvoll, einen Dienstleistungsbereich aufzubauen, um dem Wissenserwerb über diese spezifische Tätigkeit zu vereinfachen. Die Spezialisierung eines einzelnen Mitarbeiters bzw. einer Gruppe muß an dieser Stelle unterstützt werden, insbesondere wenn diese Tätigkeiten oder Funktionen auch bei anderen Teilefamilien notwendig sind. Die Qualifikation kann entweder qualitativ oder durch die notwendigen zusätzlichen Qualifizierungskosten beurteilt werden.

Qualitätsbestimmung durch den Prozeß

Nicht unwesentlich sind auch die Möglichkeiten der Mitarbeiter, auf die Qualität der Produkte bzw. einzelne Prozeßschritte direkten Einfluß auszuüben. Hieraus ergibt sich ein weiteres Kriterium, welches den Grad der

Qualitätsbestimmung des Prozeßschrittes auf dem zu untersuchenden Betriebsmittel bestimmt. Dieser kann qualitativ als hoch, mittel bzw. gering bestimmt werden oder durch eine Analyse der Qualitätskosten und deren ursachengerechte Zuordnung zu einem Prozeßschritt qualitativ erfaßt werden. In den meisten Untersuchungen wird bestimmt eine grobe Kostenabschätzung über die verursachte Ausschußrate und Nacharbeitskosten pro Jahr ausreichen, um eine Bewertung vornehmen zu können. Eine hohe Qualitätsrelevanz weist auf eine Integration des Betriebsmittels in die Kerninsel hin, um eine optimale Abstimmung mit den vor- und nachgelagerten Prozessen erreichen zu können.

Integration in die Abläufe - Kooperationsgrad

Die Integration in die Abläufe und die notwendige Kooperation mit unterschiedlichsten Maschinen wird mit dem Kooperationsgrad κ_i des Betriebsmittels i , wie ihn schon Schmigalla (zitiert nach Dolezalek 1973, vgl. Abschnitt 3.2.1) für die gesamte Fertigung als κ erhoben hat, in die Kriterien aufgenommen. Der Kooperationsgrad wird definiert als durchschnittliche Anzahl von Arbeitsplätzen oder Maschinen, mit denen ein Arbeitsplatz oder eine Maschine aufgrund des Teiledurchlaufs unmittelbar verbunden ist.

κ_i *Kooperationsgrad*

m_i *Anzahl der Maschinen, zu denen die Maschine i eine Beziehung hat*

m *Anzahl der Maschinen des Fertigungsbereiches*

$$\kappa_i = \frac{m_i}{m} \quad (\text{Gl. 5})$$

(Berechnungsbeispiele vgl. Abschnitt 3.2.1)

Ein hoher Kooperationsgrad eines Betriebsmittels weist auf eine Aufstellung als Dienstleister bzw. einer Werkstatt für die gesamte Fertigung hin.

Integrationsgrad

Wesentliche Kriterien ergeben sich weiterhin aus technischer Sicht, wie z.B. einmalige Aufwendungen, der Umzugsaufwand von Maschinen und Betriebsmitteln. Beispielhaft kann hier eine Großpresse angeführt werden.

Die Umzugskosten müssen beziffert werden und mit einem Abschreibungszeitraum von 2-3 Jahren, dem Mindeststabilitätszeitraum von Gruppenstrukturen, berücksichtigt werden, um eine jährliche Kostenbasis und damit die Vergleichbarkeit mit den anderen Kostenkriterien zu schaffen. In den Umzugskosten müssen Berücksichtigung finden: Umzugsplanungskosten, Installationskosten, Einrichtkosten, Produktionsausfall usw..

Skaleneffekte

Ein Hauptziel der Nutzung von Dienstleistern in der Fertigung ist die Erzielung von Skaleneffekten, die diese erreichen, wenn sie mehreren Kerninseln Dienstleistungen anbieten. Mögliche Skaleneffekte können über die Anschaffungs- und Betriebskosten der verschiedenen Anlagenkonzepte berechnet werden. In vielen Unternehmen liegen Kostendaten vor, auf die zurückgegriffen werden kann. Aber auch hier sind Veränderungen zu spüren. Kleine kompakte Anlagen ermöglichen beispielsweise eine wirtschaftliche Lackierung selbst bei kleinen Stückzahlen.

4.2.3.2 Auswahlinstrument

Die Problematik der Auswahl der Betriebsmittel als Dienstleister bzw. in der Kerninsel liegt nicht nur in der Bewertung der einzelnen Kriterien oder deren Auswahl, sondern auch in der Kombination der Kriterien. Die Entscheidung für eine bestimmte Form der Struktureinheit kann in den meisten Fällen nur durch eine wie folgt angeführte Entscheidungsbeschreibung dargestellt werden:

Wenn Kriterium Y kleiner a und Kriterium X größer b, aber auch Kriterium Z mindestens c, dann ergibt sich die Strukturform A.

Eine textuelle Beschreibung ist natürlich nicht hinreichend, da eine schnelle

Erfäßbarkeit der Situation für alle am Planungsprozeß teilnehmenden Personen wesentlich ist. Die Zuordnung eines Betriebsmittels zu einer Strukturform stellt somit einen komplexen Entscheidungsvorgang dar, der durch geeignete Hilfsmittel zu unterstützen ist.

Folgende Anforderungen müssen das Entscheidungshilfsmittel erfüllen:

- Transparenz und Klarheit der Darstellung,
- Darstellung von skalierbaren Eigenschaften,
- Darstellbarkeit von Gültigkeitsbereichen der Kriterienausprägung in den unterschiedlichen Strukturformen,
- Darstellung der Kriteriengewichtung,
- ein einfacher manueller Vergleich und
- die Darstellung einer Vielzahl von Kriterien.

In der Abbildung 4-4 werden verschiedene Hilfsmittel im Hinblick auf diese Kriterien bewertet.

	Graphen	Matrix	Säulen- diagramme	Entscheidungs- baum	Polaritäts- profil
<i>Transparenz</i>					
<i>Darstellung skalierbarer Eigenschaften</i>					
<i>Darstellung von Gültigkeitsbereichen</i>					
<i>Kriteriengewichtung</i>					
<i>Schneller manueller Vergleich</i>					
<i>Vielzahl von Merkmalen</i>					

Abbildung 4-4: Bewertung von Entscheidungshilfsmitteln (vgl. Daenzer 1989)

Das Polaritätsprofil erfüllt diese Kriterien am besten und ermöglicht es, die Entscheidungsprozesse transparent zu gestalten. Diese Darstellungstechnik eignet sich nach Daenzer (1989), um skalierbare Eigenschaften von Objekten, Systemen, Personen usw. zu veranschaulichen. Die verwendeten Diagramme können eine Vielzahl von Merkmalen unterschiedlicher Objekte gleichzeitig abbilden. Dadurch wird das Vergleichen der abgebildeten Objekte sehr vereinfacht. Die Bewertung kann verschiedene Lösungsvarianten und den Grad der Zielerfüllung darstellen. Eine häufige Darstellung stellt die Abbildung in Polarkoordinaten dar. Auf den Balken können mögliche Beschränkungen angetragen werden (Daenzer 1989, S. 242).

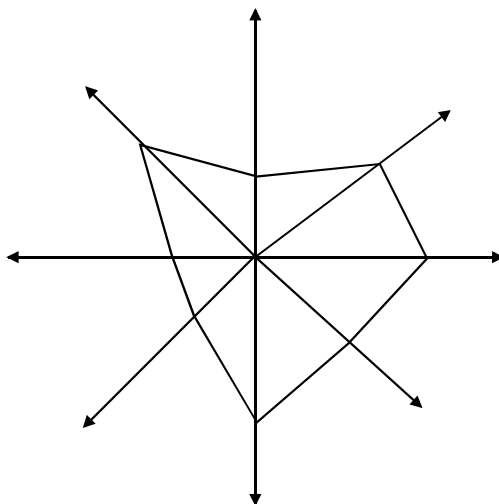


Abbildung 4-5: Polaritätsprofil in Polarkoordinaten (vgl. Daenzer 1989, S. 242)

Acht wesentliche Kriterien wurden im vorangegangenen Abschnitt vorgeschlagen, deshalb wird im folgenden vom Planungsoktogonal gesprochen. Das Planungsoktogonal, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, hat den Aufbau eines Polaritätsprofils. Jedes der ausgewählten acht Kriterien wird an einer der radialen Achsen angetragen. Die Ausprägung des Kriteriums,

welches auf eine Aufstellung innerhalb der Kerninsel hinweist, wird in das Zentrum des Planungsoktogons gelegt. Daraus läßt sich allgemein folgern, daß je kleiner das spezifische Oktogon ist, desto eher entspricht das Betriebsmittel einer Kerninselmaschine. Es erfolgt eine Normierung der Maßstäbe für alle quantifizierbaren Größen auf Kostenbasis, d.h. der maximale Kostenwert jedes Kriteriums auf dem Maßstab ist gleich, um eine optische Vergleichbarkeit der Kriterien zu erreichen. Qualitative Kriterien werden in einem kontinuierlichen Maßstab von niedrigen bis hin zur hohen Ausprägung dargestellt.

Die Auswahl der Kriterien, die diesem Abschnitt zugrundeliegt, ist sicherlich in konkreten Anwendungsfällen nicht ausreichend oder zu umfangreich. Das Planungsoktogon kann jederzeit um weitere Kriterien ergänzt werden, wenn dies probat erscheint. Es ergibt sich folglich ein Nonagon bzw. Hexagon. Grundlage bleibt das Polaritätsprofil, die Vorgehensweise zur Bewertung verändert sich nicht.

4.2.3.3 Gewichtung der Kriterien

Die Gewichtung der Kriterien kann durch den Winkelanteil dargestellt werden, den dieses Kriterium im Planungsoktogon einnimmt. Bei der Gewichtung der Kriterien wird auf verschiedene Gewichtungsverfahren, wie beispielsweise die Nutzwertanalyse (Daenzer 1989, S. 192 und 236), hingewiesen an dieser Stelle aber nicht weiter ausgeführt. Ziel aller dieser Verfahren ist es, eine quantitative Gewichtung der verschiedenen Kriterien zu erlangen. Dem Kriterium 1 wird beispielsweise der Wert 2 zugeordnet, dem Kriterium 2 der Wert 3, dem Kriterium 3 der Wert 1, usw.. Diese Werte können dann in Winkelanteile im Planungsoktogon umgerechnet werden. Die Summe aller Werte der verschiedenen Kriterien (zum Beispiel 20) entspricht dem Gesamtwinkel im Planungsoktogon von 360 Grad. Dem Kriterium 1 entspricht 2 (Wert des Kriteriums) von 20 (Summe aller Werte) von 360 Grad, somit 36 Grad (α) im Planungsoktogon.

- W_i Wert des Kriteriums i nach dem Gewichtungsverfahren
- S Summe aller Kriterienwerte (W_i)
- α_i Winkelanteil des Kriteriums im Planungsoktogonal

$$\alpha_i = \frac{W_i}{S} \times 360^\circ \quad (\text{Gl. 6})$$

Diese werden im Planungsoktogonal gemäß der Abbildung 4-6 eingetragen. Für jedes Betriebsmittel muß in diesem II. Planungsschritt eine Bewertung jedes Kriteriums durchgeführt und in das Oktogonal eingetragen werden. Aus diesem Bild kann umgehend abgeleitet werden, wie stark ein Betriebsmittel zum Dienstleistertyp oder zur Kerninseltyp tendiert. Dies kann aber nur ein erster Hinweis sein. Im folgenden Abschnitt wird aufgezeigt, wie eine tiefere Differenzierung in die einzelnen Typen der Dienstleister und Kerninseln vorgenommen werden kann.

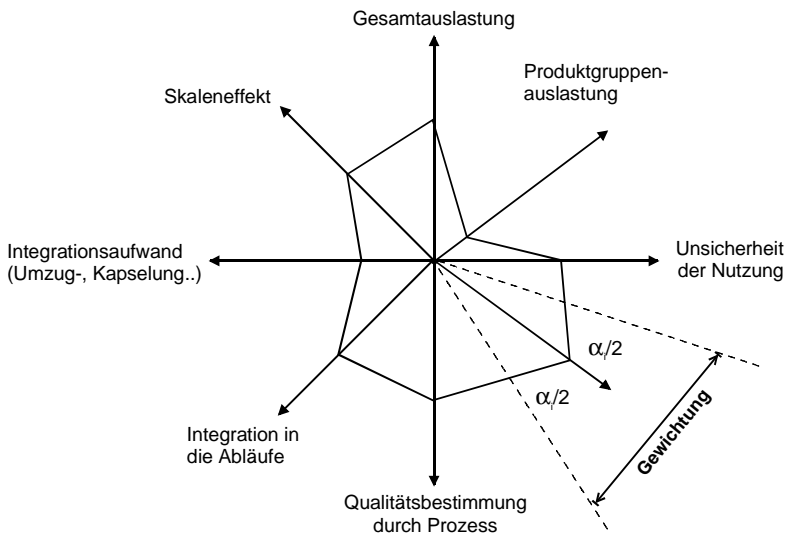


Abbildung 4-6: Planungsoktogonal mit der Darstellung der Gewichtung eines Kriteriums

4.2.4 III. Planungsschritt: Mustervergleich

Um den Entscheidungsprozeß zur Einordnung der Betriebsmittel in die Strukturformen zu erleichtern, wird ein Vergleich mit Standardtypen, sogenannten Mustern, vorgenommen. Diese Methode soll den Entscheidungsprozeß beschleunigen und Problembereiche schnell und einfach identifizieren.

4.2.4.1 Muster

Die Standardtypen entsprechen den in Abschnitt 4.1 dargestellten Formen der Dienstleister bzw. Kerninseltypen. Für jeden Strukturtyp, wie beispielsweise den Maschinenpark, wird festgelegt, für welche Kriterienausprägungen dieser Typ geeignet erscheint. Das Vorgehen soll anhand zweier Beispiele kurz erläutert werden.

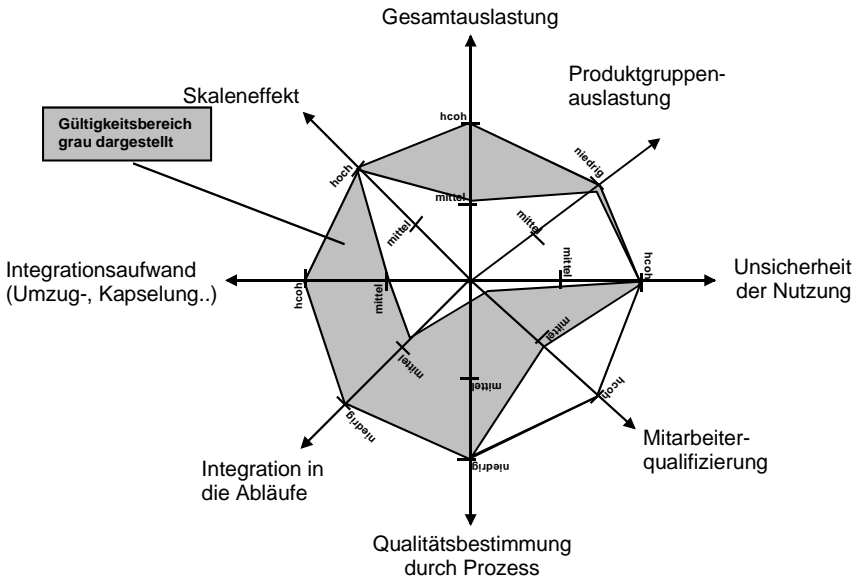


Abbildung 4-7: Beispiel eines Planungsoktogons für den Typ II der Dienstleister (Dienstleister ohne Personal - Maschinenpark)

Beispielhaft wird der Typ II Dienstleister ohne Personal eine sogenannte Maschinenparkmaschine (Abbildung 4-7) und zweitens ein Typ II Kerninselmaschine (Abbildung 4-8) mit örtlicher Integration angeführt. In grau dargestellt ist in den folgenden Abbildungen derjenige Bereich, in dem die Bewertung der einzelnen Maschinen liegen sollte, wenn sie dem vorgestellten Typ in vollem Umfang entsprechen.

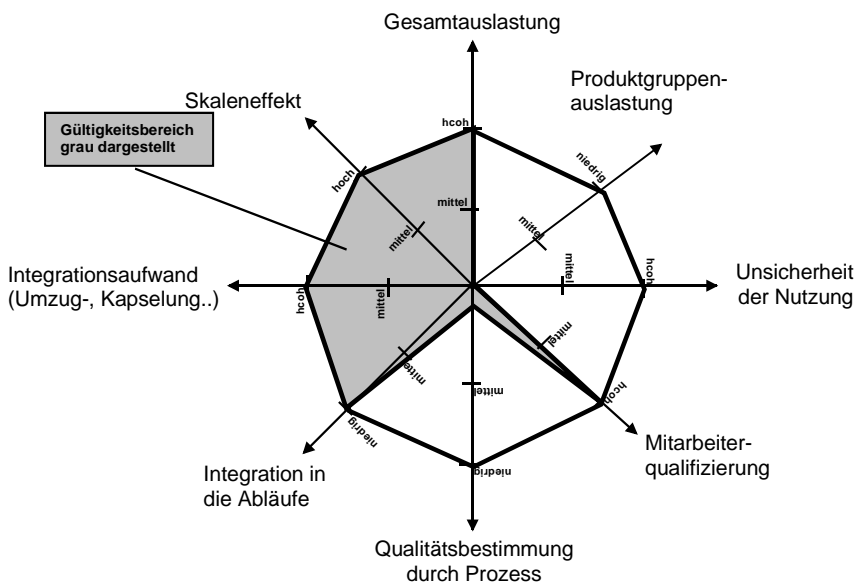


Abbildung 4-8: Planungsoktagon für den Typ II der Kernmaschine - Kernmaschine mit örtlicher Integration

Diese Vorgehensweise zur Definition von Standardtypen soll die Neutralität der Bewertung gewährleisten, indem in dieser Phase der Analyse keine konkreten Betriebsmittel im Vordergrund stehen, sondern idealtypische Ausprägungen für die Strukturtypen des spezifischen Unternehmens gesucht werden. Die Ablage bzw. Speicherung dieser Standardtypen aus verschiedenen Strukturierungsfragestellungen in unterschiedlichen Unternehmen stellt sich sehr einfach dar und ermöglicht so die Übernahme von Erfahrungswissen aus anderen

Fertigungen bzw. der unternehmenseigenen Vergangenheit. Das Wissen kann in strukturierter Form gesammelt und weitergegeben werden.

4.2.4.2 Mustervergleich

Alle Betriebsmittel, die eine Kriterienausprägung innerhalb des Gültigkeitsbereiches der Standardtypen (grau dargestellt) aufweisen, können sofort einem Strukturtyp zugeordnet werden. Bestimmte Abweichungen zur Standardkriterienausprägung, wie in Abbildung 4-9 dargestellt, von den einzelnen Ausprägungen des Betriebsmittels können ausgewertet werden. Bei dieser Bewertung der Abweichungen (durch Pfeile dargestellt) können auch die Gewichtungen miteinfließen, indem die Differenzflächen (in dunkelgrau dargestellt) betrachtet und berechnet werden.

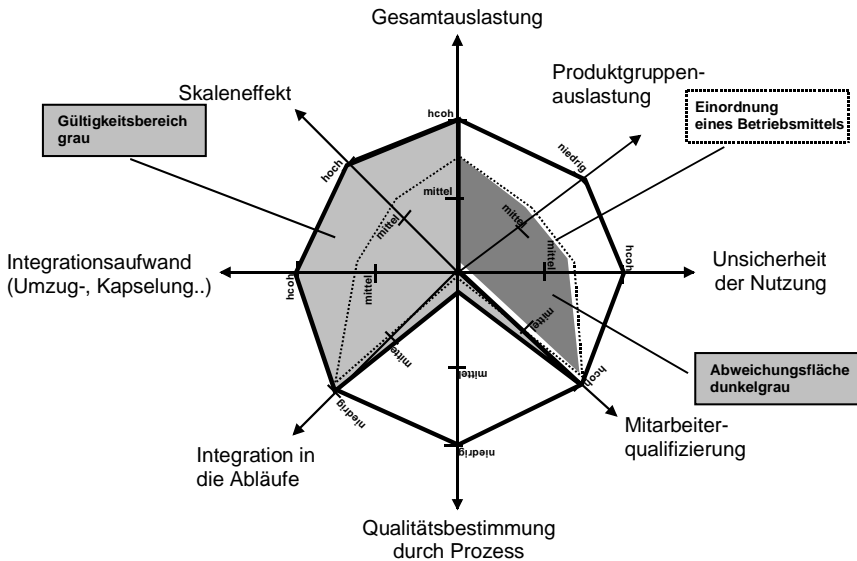


Abbildung 4-9: Abweichung eines Planungsoktogons von einem Standardtyp

Jedes Betriebsmittel wird dem Standardtyp zugeordnet, zu dem die geringsten Abweichungen bestehen. Somit ergibt sich eine einfache Möglichkeit zur

Automatisierung des Entscheidungsvorganges.

4.2.4.3 Mathematisches Auswertungsverfahren

Es müssen hierbei zwei Fälle unterschieden werden:

- Dienstleistertypen
- Kerninseltypen

In den beiden Fällen müssen unterschiedliche Flächendifferenzen gebildet werden. Zunächst wird das Rechenverfahren für Kerninseln dargelegt. Abbildung 4-10 zeigt die Berechnungssituation im Ausschnitt.

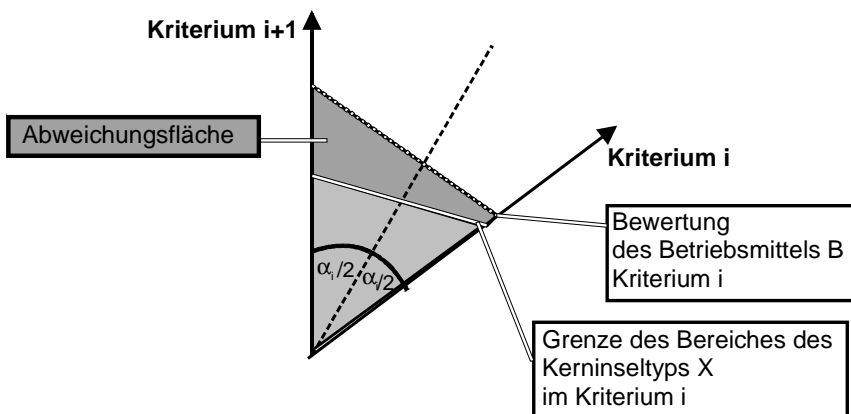


Abbildung 4-10: Berechnungssituation für Kerninseltypen

Die Gesamtabweichungsfläche AG_{BX} ergibt sich dann aus der Summe der Einzelabweichungsflächen $A_{Bx_{ii+1}}$, wenn $A_{Bx_{ii+1}} > 0$ (vgl. Abbildung 4-9), sonst ist $A_{Bx_{ii+1}} = 0$.

Es gilt folgende Gleichung:

AG_{BX} Gesamtabweichungsfläche des Betriebsmittels B vom Typ X

$A_{Bx\ ii+1}$ Abweichungsfläche des Betriebsmittels B vom Typ X im Feld zwischen Kriterium i und i+1

z Summe aller Kriterien

$$AG_{BX} = \sum_{i=1}^{i=z} A_{Bx\ ii+1} \quad (Gl. 7)$$

wenn gilt $A_{Bx\ ii+1} > 0$, sonst $A_{Bx\ ii+1} = 0$.

Die Abweichungsfläche ergibt sich aus der Differenz der Flächen, die begrenzt werden durch den Nullpunkt und die Kriterienbewertungen des Betriebsmittels B im Kriterium i B_i und des gleichen Betriebsmittels im Kriterium i+1 B_{i+1} , und der Fläche, die begrenzt wird durch den Nullpunkt und die Begrenzungen des zulässigen Bereiches des Typs X X_i und X_{i+1} , wie die Abbildung 4-11 zeigt.

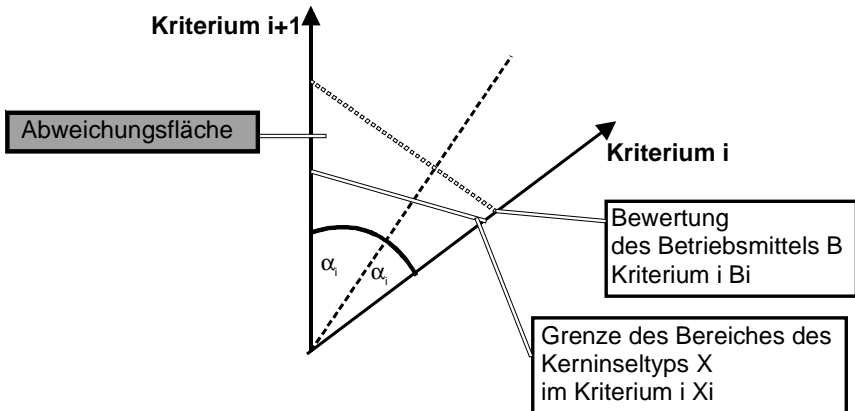


Abbildung 4-11: Berechnung der Abweichungsfläche

Es gilt die Gleichung:

$A_{B_{X_{ii+1}}}$ Abweichungsfläche des Betriebsmittels B vom Typ X im Feld zwischen Kriterium i und i+1

$D_{B_{ii+1}}$ Dreiecksfläche des Betriebsmittels B im Feld zwischen Kriterium i und i+1

$D_{X_{ii+1}}$ Dreiecksfläche des Typs X im Feld zwischen Kriterium i und i+1

$$A_{BX_{ii+1}} = D_{B_{ii+1}} - D_{X_{ii+1}} \quad (Gl. 8)$$

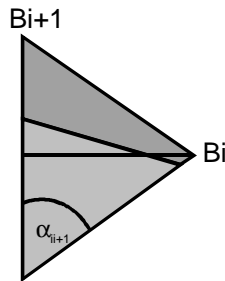


Abbildung 4-12: Berechnung der Einzeldreiecke

Die Dreiecksfläche $D_{B_{ii+1}}$ des Betriebsmittels B im Feld zwischen Kriterium i und i+1 berechnet sich nach folgender Gleichung (vgl. Abbildung 4-12):

$D_{B_{ii+1}}$ Dreieck des Betriebsmittels B im Feld zwischen Kriterium i und i+1

B_i Kriteriumsausprägung des Betriebsmittels B im Kriterium i

$$D_{B_{ii+1}} = \frac{B_i}{2} \times B_{i+1} \times \sin \alpha_{ii+1} \quad (Gl. 9)$$

Diese Vorgehensweise kann sicherlich nicht eine automatisierte Entscheidung für alle Betriebsmittel ermöglichen. Es wird dem Planer aber ein Medium an die Hand gegeben, schnell und einfach die Grenzfälle zu ermitteln, die eine unternehmerische Entscheidung auf Basis einer intensiven Einzelanalyse erfordern. In diesen Fällen sollten alternative technische Lösungen geprüft werden, die ein strukturkonformes Handeln innerhalb der Standardtypen ermöglichen. Das heißt, daß auch neue Lösungen mit Hilfe der Standardtypen zur Beurteilung eingeordnet werden sollten.

Aus dieser Einordnung in die Standardtypen werden nun die Organisationseinheiten gebildet. Dienstleister werden zusammengefaßt, Aufstellungsvarianten überprüft. An dieser Stelle wird auf die entwickelten und geprüften Vorgehensweisen der klassischen Fabrikplanung zurückgegriffen.

4.2.5 IV. Planungsschritt: Ableitung von Umsetzungsstrategien

Unternehmen scheuen in vielen Fällen eine radikale Neustrukturierung ihrer Produktion in kurzer Zeit, da beispielsweise eine Produktionsunterbrechung nicht möglich bzw. mit hohen Kosten verbunden wäre oder hohe Investitionsmittel nicht zur Verfügung stehen. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen sehen sich dieser Situation gegenüber. Restrukturierungen unterbleiben, obwohl sie als notwendig erachtet werden (vgl. Kapitel 2; IMK 1997).

Aus der Bewertung mit dem Planungsoktogen kann nicht nur ein Planungsergebnis für die Gesamtfertigungsstruktur abgeleitet werden, sondern es ergibt sich auch durch die Abweichungsbewertung zusätzlich die Möglichkeit, eine Abschätzung des Potentials der einzelnen strukturellen Maßnahmen zu erhalten. Einzelne Maßnahmen können beurteilt und die Abweichung vom Standardtyp und der Ist-Situation transparent dargestellt werden.

Betriebsmittel, die einem Standardtyp in allen Kriterien entsprechen und gleichzeitig bisher diesem Typ nicht zugeordnet sind, sollten sofort

umstrukturiert werden, da dort ein großes Potential erwartet wird. Negative Auswirkungen sind nicht zu erwarten. Diese sind die Erstmaßnahmen, wie Abbildung 4-14 zeigt.

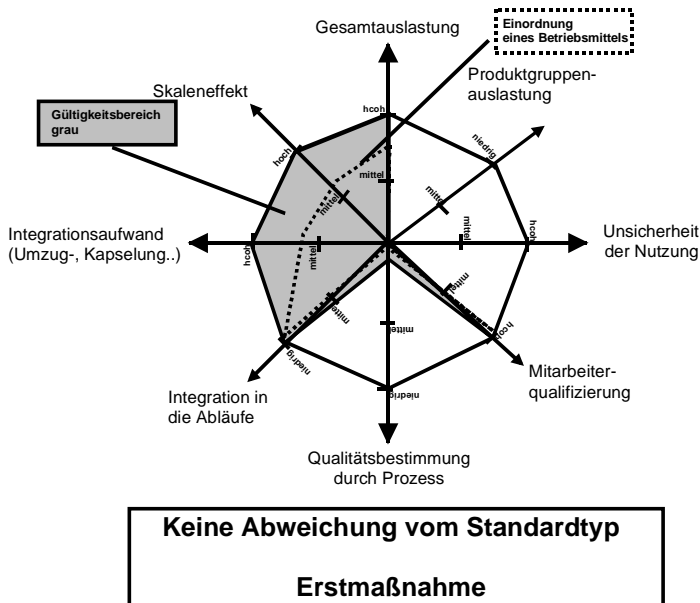


Abbildung 4-14: Erstmaßnahmen bei geringer Abweichung

Betriebsmittel mit einer großen Abweichung von einem Standardtyp (vgl. Abbildung 4-9) können als nachrangige Maßnahmen angesehen werden, da von diesen nicht ausschließlich positive Effekte ausgehen werden, sondern auch mit Nachteilen gerechnet werden muß (vgl. Abbildung 4-15). Aus diesen Ergebnissen lassen sich verschiedene Maßnahmengruppen bzw. eine Reihung der Umsetzungsmaßnahmen ableiten.

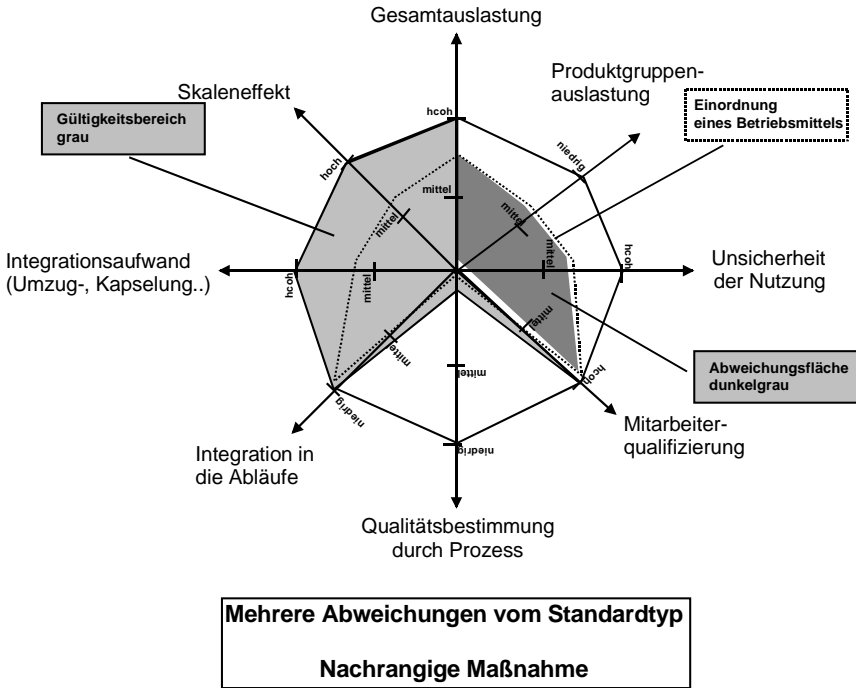


Abbildung 4-15: Nachrangige Maßnahmen bei großer Abweichung zu den Standardtypen

4.2.6 Planungsergebnisse

Die vorgeschlagene Planungsvorgehensweise kann verschiedene Strukturergebnisse erzeugen. Wenn beispielsweise alle Einheiten der untersuchten Fertigung den Standardtypen der Dienstleister entsprechen, dann findet sich in dieser Struktur die klassische Werkstattfertigung wieder. Falls die Fertigung auch bisher schon einer Werkstattfertigung entsprochen hat, ist das Planungsergebnis eine Bestätigung der vorhandenen funktionsorientierten Struktur. Es konnte daher mit Hilfe des Planungsvorgehens festgestellt werden, daß diese Fertigung entgegen aller „modischen“ Strömungen hin zur produktorientierten Ausrichtung als

Werkstattfertigung bestehen bleiben sollte, da auf diesem Wege spezifische Potentiale der Fertigung am besten ausgeschöpft werden können. Der Unternehmensleitung bleibt es ungenommen, strategische Entscheidungen zu treffen, die diesem analytischen Vorgehen widersprechen, um zum Beispiel langfristige Potentiale zu erschließen.

Die vorgestellte Planungsvorgehensweise des Dienstleister-Kerninselkonzeptes deckt einen weiten Bereich der Fertigungsstrukturen ab, ist aber zugeschnitten auf die Planung von Fertigungen für die Produktion von Mittel- bis Kleinserienbauteilen, weil beispielsweise in der Fließfertigung eine Trennung einzelner Betriebsmittel zu einem überhöhten Transportaufkommen führen wird.

Auf der anderen Seite kann sich aus der Anwendung der vorgeschlagenen Planungsvorgehensweise auch eine klassische Fertigungsinsel ergeben. Dies ist dann der Fall, wenn alle Maschinen durch die Vorgehensweise als Kerninselmaschinen identifiziert werden. Im realen Fall der Anwendung bei Produktionsunternehmen wird sich eine Struktur aus Kerninseln und Dienstleistern ergeben. Dieses Strukturkonzept entspricht dann den Elementen, wie sie unter Abschnitt 4.1 beschrieben wurden.

Es konnte klar gezeigt werden, wie die vorgeschlagene Planungsvorgehensweise die Forderung nach einer Ergebnisneutralität erfüllt. Das Ergebnis der Planung für die Fertigungsstruktur ist nicht vorgegeben, sondern ergibt sich aus einer neutralen Herangehensweise aufgrund verschiedener unternehmensindividuell konfigurierbarer Kriterien. Die erarbeitete Struktur findet sich individuell zwischen den wesentlichen Richtungen produkt- und funktionsorientiert, auf die sich alle anderen Strukturierungsrichtungen im wesentlichen zurückführen lassen.

4.2.7 Dienstleister = Externer Lieferant?

Bei denen als Dienstleistern beschriebenen Elementen kann sich eine Analyse anschließen, die klärt, ob diese Tätigkeiten nicht durch einen externen

Dienstleister effizienter durchgeführt werden können. Die Aufgaben der Dienstleister eignen sich insbesondere zu einem Outsourcing, da die vorgeschlagenen Kriterien zur Identifizierung von Dienstleistern auch für ein Outsourcing sprechen. Die Kriterien sind sicherlich nicht hinreichend, deshalb wird zusätzlich auf die Überlegungen zu Make or Buy-Entscheidungen bzw. Fertigungstiefenoptimierung auf verschiedene Arbeiten, wie zum Beispiel von Melchert (1992) oder Wildemann (1993), verwiesen. Bei diesen Entscheidungsstrategien müssen weitere Entscheidungskriterien komplementär betrachtet werden.

Beispielsweise muß überprüft werden, ob es sich bei diesen als Dienstleister gegliederten Einheiten um die Kernkompetenzen des Unternehmens handelt. Dieses ist nicht abwegig, da es sich bei den internen Dienstleistern häufig um Tätigkeiten handelt, die besondere Betriebsmittel oder spezifisch ausgebildetes Personal erfordern. Hiermit soll gezeigt werden, daß Dienstleistungseinheiten in der Fertigung keine Hilfstätigkeiten darstellen, sondern in vielen Fällen hochspezialisierte Aufgaben erfüllen, die sich in den unterschiedlichen Produkten des Unternehmens wiederfinden und die Differenzierung am Markt fördern.

4.3 Möglichkeiten des Strukturmonitorings

Nicht nur die einmaligen Aufwendungen stehen der produktorientierten Ausrichtung vieler Fertigungsbetriebe entgegen, sondern auch die zunehmende Unsicherheit des Unternehmensumfeldes. Die vorherrschende Turbulenz erzwingt eine schnelle Anpassung des Produktprogramms, die bei einer produktorientierten Anpassung häufige Anpassungen der Produktionsbereiche bedingt. Fertigungsstrukturen können nicht mehr als das Ergebnis einer einmaligen Planung, sondern als Prozeß einer ständigen Weiterentwicklung gesehen werden. Die vorhandenen Strukturen müssen kontinuierlich überwacht werden. Die Auswirkungen der Veränderungen des Umfeldes, wie beispielsweise neue technische Entwicklungen oder Veränderungen der Produktstruktur oder fertigungstechnische Weiter-

entwicklungen, müssen auf ihre Strukturrelevanz hin überprüft werden.

Die vorgestellte Planungssystematik mittels des Planungsoktogons gibt nicht nur die Möglichkeit, die Struktur einmalig zu planen und eine Umsetzungsstrategien auszuarbeiten, sondern ermöglicht auch eine Überprüfung der Auswirkungen der internen wie auch externen Veränderungen auf die Struktur.

Die vorliegenden Planungsoktogone werden in einem rollierenden Prozeß ständig überprüft, neue Erkenntnisse, wie z.B. über die Kostenrelevanz verschiedener Kriterien, eingepflegt. Die Planungsoktogone und die Einordnung zu den Standardtypen der einzelnen Betriebsmittel werden überwacht und bei einer Veränderung der Struktureinschätzung Anpassungsmaßnahmen eingeleitet oder Abweichungen bewußt hingenommen, wenn die Struktur zum Nutzen der inneren Stabilität erhalten bleiben soll. Die vorliegenden Daten der erstmaligen Planung können weiter zum Strukturmonitoring genutzt werden, da das gleiche Planungsinstrument (Planungsoktagon) weitergenutzt wird.

Besondere Bedeutung gewinnt beim Strukturmonitoring ein weiteres Kriterium. Der letzte Strukturveränderungszeitpunkt der Gruppe, Fertigungskerninsel bzw. Dienstleister, in der sich das in der Analyse befindliche Betriebsmittel bzw. deren Aufgabe befindet, muß zusätzlich berücksichtigt werden, um eine Mindestkontinuität der Gruppen und Einheiten gewährleisten zu können. Auch hier sollte ein Zeitraum von 2-3 Jahren als Mindestbestandszeitraum angestrebt werden.

Wenn es gelingt ein solches System in einem Unternehmen zu etablieren, wird die Fertigungsstruktur zu einem lebenden Organismus. Externe oder interne Veränderungen werden aufgegriffen, aber auch Stabilitäten, die dem menschlichen Wesen entsprechen, gewahrt.

4.4 Produktionssteuerung für Dienstleister

Heterogene Strukturen, wie sie hier im Kerninsel-Dienstleisterkonzept vorgeschlagen und geplant werden, erfordern neben einem Instrument zum ständigen Strukturmonitoring auch ein System zur Steuerung zentraler Ressourcen durch dezentrale Einheiten.

Die Produktionsplanung und -steuerung von Dienstleistern erfolgt heute zumeist zentral bzw. durch eine ganze Palette an EDV-technischen Hilfsmitteln, die zur Steuerung von zentralen, dezentralen aber auch hybriden Strukturen entwickelt wurden (vgl. Abschnitt 3.4). Dieser hier vorliegende Abschnitt soll einen Beitrag dazu leisten, wie es durch eine Steuerung mit geringen technischen Hilfsmitteln möglich ist, die Steuerung ohne teure und aufwendige technische Lösungen durchzuführen. Diese einfache, sicherlich nicht in allen Fällen adäquate Lösung soll kleinen und mittelständischen Unternehmen eine Möglichkeit geben, eine Abstimmung zwischen Dienstleistern und Kerninseln zu gewährleisten, ohne die Planungsfreiräume der Kerninseln einzuschränken.

Im Rahmen der Feinplanung wird die Fertigungsfolge, basierend auf einer Ausrichtung des Fertigungsprogramms, nach der zur Verfügung stehenden Fertigungskapazität festgelegt. Die Einlastungsreihenfolge der Aufträge wird unter Berücksichtigung der fertigungszielrelevanten Prämissen bestimmt.

Als Mengen-, Zeit-, Funktions- und Kapazitätsziele innerhalb der Fertigungssteuerung sind folgende zu beachten:

- Minimierung der Durchlaufzeiten,
- Termintreue,
- maximale Kapazitätsausnutzung,
- minimale Leerzeit und
- einfache Anwendung.

Wesentliche Forderungen, die an ein System zur dezentralen Steuerung von

Dienstleistern gestellt werden, sind einerseits die transparente Darstellung der Prinzipien und des Planungsstandes und andererseits der schnellen dezentrale Zugriff der Kunden (hier die Kerninseln) auf die Planung der zentralen Kapazitäten (Dienstleister).

Zur Steuerung stehen bisher zwei wesentliche Methoden zur Verfügung (vgl. Abschnitt 3.4):

- zentrale Steuerung durch die Produktionsplanung und Steuerungssysteme,
- Ressourcensteuerung mittels Prioritätsregeln (FIFO, KOZ....).

4.4.1 Konzept

Das vorzustellende Konzept basiert auf einer zeitgerasterten Plantafel. Die Methode der angepaßten zeitgerasterten Plantafel soll die Lücke zwischen einfachen Prioritätsregeln und EDV-gestützten Planungssystemen schließen, um den Kerninseln die Möglichkeit zu geben, einfach und schnell Aufträge bei den unterschiedlichen Dienstleistern einlasten zu können.

Mit dieser zur Feinterminierung herangezogenen Steuerung wird versucht, ein fest vorgegebenes Kapazitätsangebot in der Ressource Dienstleister anhand einer Zeitrasterung über einen festgelegten Zeitraum zur Auftrageinlastung für die Kerninseln zur Verfügung zu stellen. Die Zeitrasterung bedient sich einer rollierenden Planung, die einen kontinuierlichen Dispositionshorizont vorgibt. Die Zeitrasterung wird auf einer Tafel visualisiert und im Werkbereich, idealerweise am Dienstleistungsbereich, aufgestellt. Somit ist eine ständige Kontrolle und einfache Belegung durch die Mitarbeiter möglich.

Eine Belegung erfolgt grundsätzlich durch die Kerninselmitarbeiter (Kunden) mittels Anstecken einer Belegungskarte zum vorgesehenen Einlastungstermin eines Auftrages in die Zeitrastertafel des Dienstleisters. Auf dieser Belegungskarte ist die Auftragsnummer und die Belegungszeit für den Auftrag angegeben. Dem jeweiligen Disponenten der Kerninsel stehen aufgrund der Übersicht über Kapazitätsangebot und Ressourcenauslastung sowie den noch

offenstehenden Bearbeitungszeiträumen Entscheidungshilfen zur Verfügung, um eine optimale Belegung durchführen zu können.

Es sind verschiedene Staffellungen der Terminraster möglich, die unterschiedlich früh durch die Kunden (Kerninseln) belegt werden dürfen. Diese Maßnahme gewährleistet eine gleichmäßige Auslastung des Dienstleisters. Verschiedene Terminraster können einer Kerninsel fest zugeordnet werden, was dieser Kerninsel kurzfristige Belegungsmöglichkeiten eröffnet. Diese Variante ist insbesondere dann zu wählen, wenn sich die Vorlaufzeiten der Kerninseln maßgeblich unterscheiden. Im allgemeinen kann jedoch von einer recht frühzeitigen Belegung durch das Kerninselpersonal ausgegangen werden, da bereits aus der Erfahrung der Werker bei Beginn der Auftragsbearbeitung abzusehen ist, zu welchem Zeitpunkt die Nutzung der Dienstleister erfolgen muß, um dem Endkundentermin gerecht zu werden. Die Werker berücksichtigen hierbei die Auslastung der Kerninsel, die Anwesenheit der Kollegen, die Motivation und vieles mehr, insbesondere auch Dinge, die in einer zentralen Planung nicht oder nur aufwendig erfaßt werden können.

Als weitere Maßnahme werden sogenannte Terminpuffer eingerichtet, die es ermöglichen, bei Krankheiten, Personalausfall oder sonstigem Engpaß in den Dienstleistungsbereichen nicht abgearbeitete Aufträge in die nächste freie Options-Terminspalte aufzunehmen. Die Arbeitsvorbereitung, die nur noch als Rumpfsteuerung zur langfristigen Planung agiert, stellt sicher, daß mit der Ausgabe der Arbeitspläne an die Kerninseln auch eine Ausgabe der Belegungskarten für die Ressource erfolgt. Abbildung 4-16 zeigt beispielhaft eine solche Plantafel. Ein Anwendungsbeispiel des Steuerungskonzeptes zu dieser Steuerungsvariante in Kerninsel-Dienstleisterstrukturen wird in Kapitel 5 dargestellt.

- eine bessere Einbindung des Dienstleisters in den Fertigungsablauf durch Erhöhung der Kooperation zwischen Kerninsel- und Dienstleisterpersonal zu realisieren,
- eine bessere Nutzung der Kapazität in den Kerninseln zu erreichen, da Aufträge vorausschauend und nicht zur Zwischenlagerung gefertigt werden, wodurch andere Kerninsel-Aufträge begonnen werden können,
- eine eindeutige Auftragsvorgabe für das Personal der Dienstleister auf einfachem Weg zu erzielen, so daß eine Bevorzugung von bestimmten Teilen verhindert wird.

4.5 Zusammenfassung des Konzeptes

Das vorliegende Konzept propagiert ein Konzept der individuellen Kombination von Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung. Die Funktionsorientierung spiegelt sich in den Einheiten der Dienstleister wider, die Prozeßorientierung in den Kerninseinheiten. Weitere Differenzierungen wurden aufgrund der Zuordnung von Personal bzw. der örtlichen Anordnung vorgenommen, um das Gesamtspektrum der organisatorischen Möglichkeiten aufzuzeigen.

Um eine derartige hybride Fertigungsstruktur zu planen, wurde eine neuartige Planungsvorgehensweise vorgeschlagen. Gezeigt werden konnte, wie dieses Planungskonzept die komplexe Aufgabe der Einordnung von Betriebsmitteln in die Fertigungsstruktur durch die Nutzung eines spezifischen Verfahrens auf der Basis von Polaritätsprofilen zur Visualisierung und Bewertung sowie den Mustervergleich effizient löst.

Aus der vorgestellten Vorgehensweise kann nicht nur der Zielzustand der Fertigungsstruktur abgeleitet, sondern auch die Maßnahmen priorisiert werden, um so eine Umsetzungsstrategie erarbeiten zu können. Zur Abrundung des Strukturkonzeptes und deren Betrieb wurde ein Steuerungskonzept für Dienstleister auf der Basis einer zeitgerasterten Plantafel dargestellt.

Das in diesem Kapitel vorgestellte Gesamtkonzept zeigt Wege auf, wie ein

Produktionsunternehmen in der Fertigung eine kombinierte Struktur aus produkt- und funktionsorientierten Bereichen planen, aufbauen, aber auch betreiben und monitoren kann. Das folgende Kapitel 6 soll in einigen Praxisbeispielen zeigen, wie dieses Konzept in unterschiedlichen Fertigungsunternehmen realisiert wurde.

5 Evaluation in Praxisbeispielen

Die Evaluation in Praxisbeispielen zeigt anhand zweier Anwendungsfälle in Fertigungsbetrieben die verschiedenen Nutzenschwerpunkte des Konzeptes in unterschiedlichen Unternehmen auf. Diese Art der Darstellung soll die Vielfalt der Anwendungsfelder und den Nutzen in der Praxis deutlich machen.

Im ersten Anwendungsbeispiel wird die Problematik der ortsgebundenen Maschinen und der Nutzung von hochproduktiven Anlagen durch schwer differenzierbare Produktgruppen aufgezeigt und gelöst.

Im zweiten Anwendungsbeispiel stellen neben Standardmaschinen, die nur sehr selten benötigt werden, manuelle, aber hochspezialisierte Fertigungsbereiche besondere Anforderungen an die Fertigungsstruktur. An diesem Beispiel wird die Möglichkeit der Fertigungssteuerung zentraler Ressourcen mittels der zeitgerasterten Plantafel aufgezeigt.

5.1 Erstes Praxisbeispiel: Zulieferer der Nutzfahrzeugindustrie

Der erste Anwendungsfall, ein Zulieferer der Nutzfahrzeugindustrie, beliefert das Montagewerk des Nutzfahrzeugkonzerns mit Einzelteilen und Schweißbaugruppen (hier Gruppierungen genannt) aus Stahlblechen, Rohren und Profilen. Kernkompetenzen des Werkes sind die Umformung sowie die manuelle und roboterunterstützte Schweißtechnik. Das Werk war im Gruppierungsbereich nach dem Funktionsprinzip konzipiert.

Die komplexe Teilestruktur zeigt sich in der Vielfalt, aber auch in der Vielzahl der gefertigten Teile. Gefertigt werden ca. 200.000 Gruppierungen (Schweißbaugruppen) im Monat. Das aktuelle Teilespektrum umfaßt ca. 2000 Gruppierungen, in die wiederum 2000 eigengefertigte Einzelteile und ca. 5000 Kaufteile eingehen. Die Einzelteilfertigung wird über ein Zwischenlager von der Gruppierungsfertigung entkoppelt, um so im Einzelteilbereich in großen Losgrößen fertigen zu können. Die großen Losgrößen im Einzelteilbereich werden durch die große Zahl der Pressen benötigt, bei denen die Rüstzeiten in vielen Fällen die Bearbeitungszeiten selbst bei großen Losen um ein

Vielfaches übertreffen. Das notwendige Zwischenlager zur Entkopplung der beiden Bereiche belegt ca. 3000 m² im Fertigungsbereich.

Es steht zur Bewältigung dieses gesamten Fertigungsumfanges ein Maschinenpark von ca. 126 Maschinen zur Verfügung. Dieser enthält vor allem Tafelblechscheren, Laserschneidanlagen, Stanzen, CNC-Brennschneidmaschinen, eine große Anzahl unterschiedlicher Pressen sowie verschiedene Bearbeitungszentren und Einzelarbeitsplätze zur spanenden Bearbeitung.

In einem Vorprojekt im Bereich der Einzelteilmontage wurden große Teile der Einzelteilmontage auf Produktbereiche ausgerichtet. Ein kleiner Teil der Funktionsorientierung blieb aufgrund des schnell wechselnden und heterogenen Produktspektrums als Dienstleister bestehen. Die Produktorientierung wurde in den Bereichen der Rohrteile und eine Einheit zur Fertigung der „Rennerteile“, in diesem Fall ca. 100 Teile, die die Umsatzträger des Werkes im Einzelteilbereich bildeten, eingeführt. Eine Kohäsion mit der Gruppierungsmontage fand in diesen beiden Produktbereichen in Teilbereichen statt. Zusätzlich bestand ein der Metallverarbeitung nachgelagerter Bereich der Just-in-time Fertigung der Schlafliegen für Lkws. Diese Einheit produzierte aus einem Bestand an Metallrahmen Just-in-time die am Montageband benötigten Schlafliegen.

In dem in diesem Abschnitt als Anwendungsfall des Kerninsel-Dienstleisterkonzeptes zu schildernden Projekt lag der Fokus auf dem Gruppierungsbereich (Schweißbaugruppen) des Werkes. Ziel des Projektes war eine Überprüfung der funktionsorientierten Struktur bzw. gegebenenfalls eine Neukonzeption der Fertigungsstruktur. Zum Fügen im Gruppierungsbereich standen 5 Punktschweißanlagen, 43 Handschweißarbeitsplätze und 18 Laserschweißroboter bereit. Zusätzlich wurden im Gruppierungsbereich Bohrmaschinen, Richtpressen, Bearbeitungszentren und Fräsmaschinen eingesetzt. Alle Bereiche waren bisher funktionsorientiert in Meisterbereichen strukturiert.

Die Durchlaufzeiten für eine Gruppierung lagen zu diesem Zeitpunkt bei ca. 2 - 3 Betriebsperioden (6 Arbeitstage), obgleich nur 4-5 Arbeitsschritte pro Gruppierung notwendig waren. Die Qualität war stark schwankend, insbesondere der Verzug der Bauteile im Schweißprozeß und das notwendige Nacharbeiten waren die Ursachen dafür. Beliefert mit Bauteilen wurde das zentrale Logistikkager des Konzerns, eine Lagerung fertiggestellter Bauteile im Werk selbst bestand nicht. Festgestellt wurden, bedingt durch die funktionsorientierte Struktur, ungerichtete Materialflüsse, aber auch große Bestände in der Fertigung wie im Zwischenlager. Lange Durchlaufzeiten, hohes Transportvolumen und eine intransparente Fertigung waren weitere Folgeerscheinungen. Zur Anwendung kamen die Methoden des Dienstleister-Kerninselkonzeptes.

5.1.1 I. Planungsschritt: Produktgruppenanalyse

Der erste Schritt der Teilefamilienbildung konnte aufgrund einer vorliegenden Einteilung der Teile in Sachnummerngruppen, die auch eine fertigungstechnische Ähnlichkeit besaßen, als Teilefamilien in dieser Analyse übernommen werden. Überprüfungen der Einteilung mittels Ablaufanalysen ergaben eine hervorragende Aktualität der Einteilung und eine gute Abgrenzbarkeit der Teilegruppen.

Die 12 wesentlichen Sachnummerngruppen waren: Rahmenquerträger, Behälterbefestigungen, Fahrerhausbefestigungen, Motor-Getriebe-Lagerungen, Luftfederung, Stoßdämpfer, Schlafeinrichtungen, Achsführungen, Fernschaltungen, Kotflügel und Reserveradhalter.

Fertigungstechnisch ähnliche Sachnummerngruppen wurden zusammengefaßt und Betriebsmittel zugeordnet. Grundlage dieser Arbeitsschritte war das Verfahren, wie es Decker und Lulay (1996) beschreiben (vgl. Abschnitt 3.2.2.). Ergebnis dieses Schrittes waren sechs Fertigungsbereiche. Beispielhaft soll das Segment der Behälter-/Fahrerhaus-/Brückenbefestigungen beschrieben werden. Diesem Segment mit 16,5% Umsatzanteil an der Gruppierungsfertigung wurden im I. Planungsschritt folgende Maschinen

zugeordnet:

- 3 Handschweißarbeitsplätze verschiedener Technologien (z.B. MiG, MAG...),
- 4 Roboterschweißplätze,
- 1 Bohrmaschine,
- 1 Bearbeitungszentrum,
- 1 Lackieranlage,
- 1 Punktschweißanlage und
- 1 Richtpresse.

Diese Fertigungsinsel wäre nicht umsetzbar gewesen, da viele Hindernisse einer rein produktorientierten Strukturierung im Wege standen. Eine wirtschaftliche Restrukturierung wäre aufgrund folgender Faktoren nicht möglich gewesen:

- Umzugskosten zu hoch (bspw. Punktschweißanlagen),
- Nutzungsanteil bestimmter Anlagen durch andere Segmente sehr hoch (bspw. Richtpressen, Punktschweißanlagen, Bearbeitungszentrum),
- große Unsicherheit, ob diese Anlagen auch in Zukunft in dieser Produktgruppe benötigt würden (bspw. Punktschweißen),
- fehlender Skaleneffekt bei einer Splittung der Durchlauflackieranlage auf die verschiedenen Segmente in Kleinlackieranlagen,
- technische Antipathiebeziehung zwischen verschiedenen Anlagen (bspw. Richtpressen und Roboterschweißanlagen).

Ergebnis einer klassischen Fertigungsinselplanung wäre aus wirtschaftlichen Gründen eine Beibehaltung der vorhandenen Werkstattstruktur gewesen. Es gibt aber eine andere Struktur, die wirtschaftlich umsetzbar ist und die Vorteile der Produktorientierung in gewissen Teilen erreicht. In dieser Situation wurde die zweite Phase des Konzeptes eingeleitet.

5.1.2 II. Planungsschritt: Betriebsmittelanalyse

Die zweite Phase „Bewertung der einzelnen Betriebsmittel“ wurde mit Hilfe der in Kapitel 4 vorgestellten Planungsoktogene (Polaritätsprofile) vorgenommen. Zu Beginn wurden die verschiedenen Kriterien des Dienstleister-Kerninselkonzeptes für diesen Anwendungsfall überprüft und eine Gewichtung vorgenommen. Für jedes einzelne Betriebsmittel wurden nun die verschiedenen Kriterien bewertet. In vielen Fällen konnte eine Bewertung gemeinsam mit dem Industriepartner aufgrund vorliegender Erfahrungen in kurzer Frist erarbeitet werden.

Beispielhaft wird in diesem Abschnitt auf die Bewertung der Richtpressen näher eingegangen. Die vorhandenen Richtpressen konnten nicht eindeutig bestimmten Teilefamilien (Produktgruppen) zugeordnet werden. Daraus resultiert eine geringe Gruppenauslastung. Gleichzeitig kann nicht sichergestellt werden, welche Richtpressen in zukünftigen Produkten benötigt werden und ob überhaupt Richtpressen im Fertigungsprozeß notwendig sein werden. Aber auch die Antipathiebeziehungen zu anderen Maschinen durch die Schwingungsemission sind Gründe, die einer Aufstellung innerhalb der Kerninseln widersprechen. Die vollständige Bewertung kann der folgenden Abbildung 5-3 entnommen werden. Diese Bewertung bildete die Grundlage zur Einordnung des einzelnen Betriebsmittels in die verschiedenen Strukturtypen.

5.1.3 III. Planungsschritt: Mustervergleich

Zu Beginn des dritten Planungsschritts wurden für die Standardtypen der Dienstleister und Kerninseln die Kriterienkonfiguration und die Ausprägung festgelegt. Diese Definition fand im Rahmen eines gemeinsamen Workshops statt. Unabhängig von individuellen Beispielen wurde das „Idealbild“ mit Hilfe der Kriterien des Planungsoktogens beispielsweise eines Dienstleisters ohne Personal (Maschinenpark) erarbeitet und die Grenzen der Kriterienausprägungen festgehalten. Die folgende Abbildung 5-2 zeigt das Ergebnis auf.

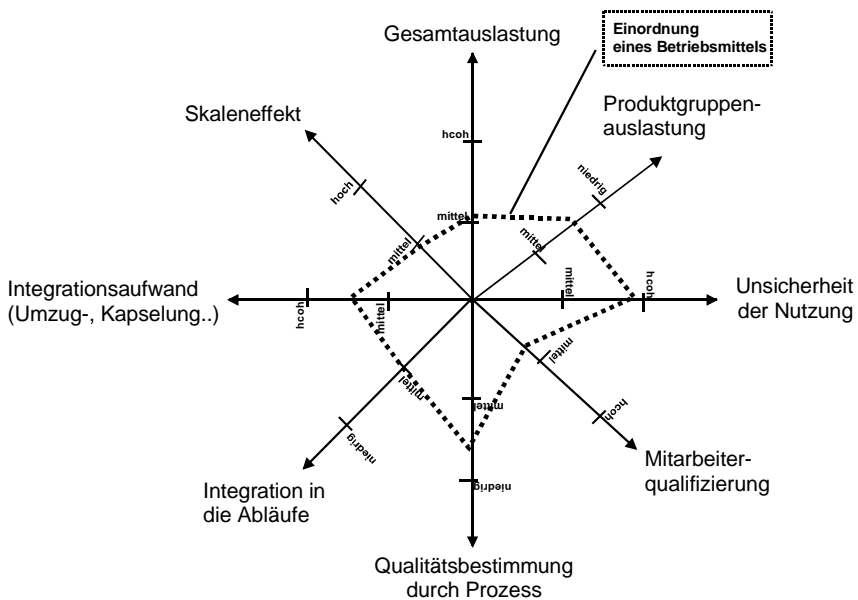


Abbildung 5-1: Bewertung der Richtpressen anhand eines Planungsoktogons

Nach der Definition der Standardtypen konnte nun damit begonnen werden, die einzelnen Betriebsmittel den Typen zuzuordnen bzw. deren Abweichungen zu den Standards festzustellen. Die Oktogone der einzelnen Betriebsmittel wurden mit den Standardtypen verglichen. Wenn die Ausprägung des einzelnen Betriebsmittels in das Feld eines Standardtypen paßte, wurde es ihm zugeordnet. Wenn es nicht vollständig in das vorgesehene Feld paßt, müssen die Abweichungen mit den Abweichungen zu den anderen Standardtypen verglichen werden, um dem Typ zugeordnet werden zu können, zu dem die Abweichung am geringsten ist. In Zweifelsfällen wurde eine intensivere Analyse angestoßen und alternative technische Lösungen erarbeitet.

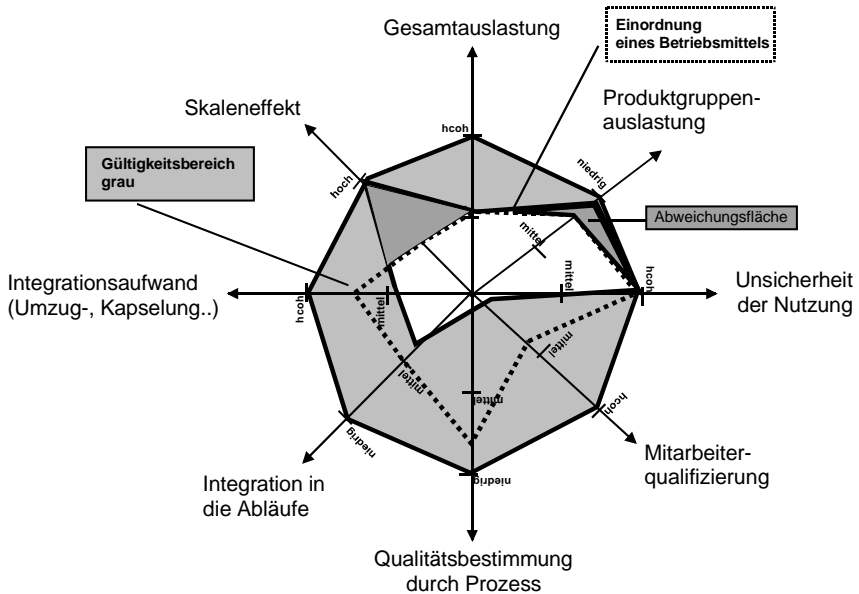


Abbildung 5-2: Beispiel Dienstleister ohne Personal (Maschinenpark)

In diesem Projekt mußte keine mathematische Abweichungsberechnung vorgenommen werden, ausreichend war die visuelle Darstellung, um auch in Zweifelsfällen zu entscheiden. Beispielhaft an den Richtpressen ist dieser Entscheidungsprozeß in der Abbildung 5-3 dargestellt.

Aufgrund der Durchführung dieser Analysen für alle im Untersuchungsbereich vorhandenen Betriebsmittel konnte folgende Struktur erarbeitet werden:

- Sechs Kerninseln gemäß den Sachnummerngruppen mit Laserschweißrobotern, Handschweißarbeitsplätzen, Bohrmaschinen bzw. anderen spanenden Verfahren,
- Dienstleister ohne Personal (Maschinenpark) für die Richtpressen,
- Dienstleister mit Personal für multifunktionale Laserschweißroboter mit zentraler Steuerung durch die vorhandenen Leitstandssysteme,
- Dienstleister mit Personal für die Punktschweißerei mit zentraler Steuerung

durch die vorhandenen Leitstandssysteme und

- Dienstleister mit Personal in der automatisierten Tauchlackieranlage mit zentraler Steuerung durch die vorhandenen Leitstandssysteme.

Von den sechs produktorientierten Bereichen konnten zwei in die vorgelagerte Teileproduktion in andere produktorientierte Einheiten integriert werden. Die Gruppierungsfertigung der Schlaflieden wurde in die JIT-Produktion für die Endprodukte Schlaflieden eingegliedert.

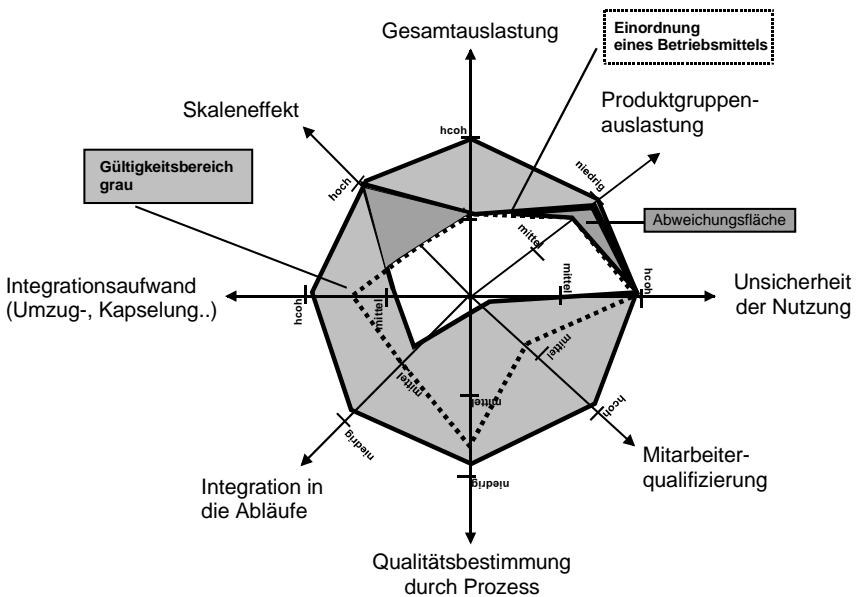


Abbildung 5-3: Beispiel Richtpressen im Standardoktagon Dienstleister ohne Personal

5.1.4 IV. Planungsschritt: Ableitung von Umsetzungsstrategien

Neben dem Planungsergebnis war auch die Erarbeitung einer Umsetzungsstrategie von eminenter Bedeutung. Begonnen wurde mit den Bereichen, in

denen die individuelle Auswertung des Betriebsmittels eine hohe Übereinstimmung mit dem „idealen Planungsoktogen“ hatte. Eine solche Kernzelle aus einem Laserschweißroboter, der ausschließlich eine bestimmte Sachnummerngruppe fertigte, mit zwei Handschweißarbeitsplätzen und zusätzlichen Bohrmaschinen, wurde erarbeitet. Die Einheiten wurden Zug um Zug vervollständigt, wie sie im Planungsschritt 3 geplant wurden.

5.1.5 Monitoring der Struktur in den Folgemonaten

In den folgenden Monaten wurden die vorliegenden Ergebnisse der Analysen mittels des Planungsoktogons dazu genutzt, neue Anlagen, insbesondere Schweißanlagen, in die richtigen Struktureinheiten zu integrieren. Auch eine langsam voranschreitende Veränderung des Teilespektrums konnte so erkannt werden und weitere strukturelle Maßnahmen, wie die Umsetzung einer vorhandenen Laserschweißanlage in eine der produktorientierten Bereiche, durchgeführt werden.

5.1.6 Erkenntnisse aus dem ersten Praxisbeispiel

An diesem Praxisbeispiel konnte einerseits die Notwendigkeit eines individuellen Strukturkonzeptes und der Planungsvorgehensweise, andererseits die Praxistauglichkeit der Vorgehensweise gezeigt werden. Die transparente Darstellung mittels der Planungsoktogone erleichterte die Kommunikation der Erkenntnisse innerhalb des Projektteams und mit den Werkern. Die in Kapitel 3 vorgestellten Konzepte der Integration der Mitarbeiter in den Planungsprozeß der Fertigung können durch die Vorgehensweise anhand des Planungsoktogons unterstützt werden.

Besondere Nutzenaspekte entwickelte das Konzept nach der einmaligen Planung in der Phase der Implementierung sowie der Phase des Monitorings. Während der Implementierung ergaben sich weitere Möglichkeiten bzw. Veränderungen der Planungsgrundlage aufgrund der dynamischen Umfeldsituation des Unternehmens. Diese Erkenntnisse konnten in die

Planungsoktogene aufgenommen und auf ihre Strukturrelevanz hin überprüft werden.

Durchlaufzeit- und Bestandsreduzierungen von 40% wurden in den umgesetzten Bereichen erreicht, und die Qualität der Produkte konnte gesteigert werden, insbesondere da das Nachrichten in die dezentrale Verantwortung der produktorientierten Bereiche überführt wurde. Die notwendigen Investitionen waren gering, da die Umzugsmaßnahmen ohne große Umbaumaßnahmen möglich waren. Der Maschinenpark wurde nicht erweitert.

5.2 Zweites Praxisbeispiel: Unternehmen des Anlagenbaues

Im zweiten Praxisbeispiel soll kurz das Ergebnis einer Analyse und deren Flexibilitätsvorteile vorgestellt werden, vertiefend wird im Anschluß daran auf die dezentrale Steuerung eines Dienstleisters eingegangen.

Die Produktpalette des betreffenden mittelständischen Unternehmens mit ca. 100 Mitarbeitern am Fertigungsstandort umfaßt sicherheitstechnische Ausrüstungen für Banken, wie beispielsweise Tresortüren, Panzergeldschränke, Nachttresore, Briefkästen, Miet- oder Botenfächer. Die saisonale Abhängigkeit von Aufträgen ergibt sich daraus, daß viele Produkte im Rahmen eines Neubaus oder Umbaus der Kundenanlagen erst eingebaut werden können, wenn ein vorgegebener Bau- oder Fertigstellungsgrad des Gebäudes beim Kunden erreicht ist.

Zu häufigen Terminverschiebungen kommt es, wenn Bauvorhaben unterbrochen, geändert oder verschoben werden, sei es durch Witterungseinflüsse oder durch konstruktive Abänderungen auf der Baustelle. Um eine Lagerung von Endprodukten und Eilaufträge zu vermeiden, werden kurze Durchlaufzeiten angestrebt. Für alle Aufträge gilt jedoch, daß bestimmte Charakteristika der Serienfertigung, die dadurch gekennzeichnet sind, daß gleiche Produkte in begrenzter Anzahl ohne Unterbrechung in sogenannten Losen gefertigt werden, immer vorhanden sind.

Die Fertigung erfolgte vor der Umstrukturierung in einer Werkstattstruktur. Durchlaufzeiten und Bestände waren hoch bzw. je nach Auftragslage stark schwankend. Viele konstruktive Änderungen wurden aufgrund der langen Durchlaufzeiten in der Fertigung erst während der Fertigungsphase eingebracht. Diese Veränderungen machten ein Suchen der Aufträge, eine Umkonstruktion, neue Arbeitspapiere notwendig und bremsten so die Abarbeitung der Aufträge. Die Auftragsbearbeitung konnte erst sehr spät, dann aber als Eilauftrag wiederbegonnen werden. In diesem kurz beschriebenen Beispiel wird die vorhandene Komplexität der organisatorischen Abwicklung deutlich.

Einer rein produktorientierten Umstrukturierung zur Lösung des Komplexitätsproblems standen verschiedene, insbesondere technische Hindernisse im Wege:

- Die Hilfsmaschinen (bspw. Bohrmaschine) sind nur einmal vorhanden, werden aber von verschiedenen Produktgruppen, allerdings mit geringer Auslastung, genutzt.
- Die Lackiererei besitzt eine spezifische Gruppen- und Qualifikationsstruktur sowie eine örtliche Bindung der Anlagen.
- Viele teure nur singulär vorhandene Maschinen (bspw. Laserschneidanlage) produzieren für verschiedene Produktgruppen.
- Ausgewählte Maschinen (bspw. Fräsen) werden je nach Saison zur Herstellung von verschiedenen Produkten benötigt.
- Geringe Investitionsmittel sind vorhanden.

Auch in diesem Fall fand das Dienstleister-Kerninselkonzept Anwendung, um die Hindernisse zu überwinden.

5.2.1 Die Struktur

Drei Kerninseln wurden aus den drei Produktbereichen Geldeinzahlungsautomaten (GEA), Mietfachanlagen (MFA) und dem Bereich der Tresortüren (TT) gebildet. Wesentliche Dienstleister sind die Laserschneidanlagen, der Maschinenpark ohne Personal der Bohrmaschinen bzw. verschiedene, als saisonales Flexibilitätspotential eingesetzte Fräsen sowie die Lackiererei als Dienstleister mit Personal.

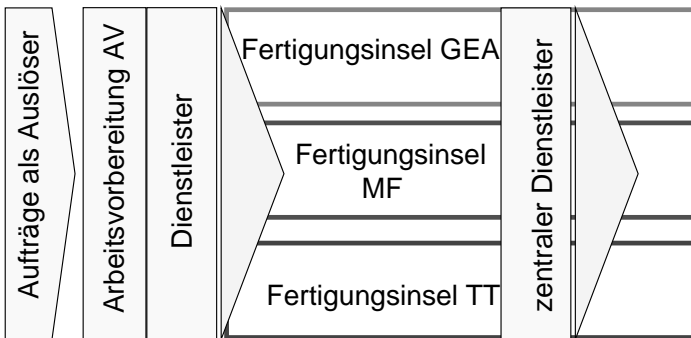


Abbildung 5-4: Prozeßdiagramm der Fertigung

Nach der Umsetzung der geplanten Struktur konnten große Erfolge bei der Reduzierung der Bestände und der Durchlaufzeiten erzielt werden. Die Durchlaufzeiten wurden um fast 50% reduziert. Probleme ergaben sich aber aus der Streuung der Durchlaufzeiten, die vor allem durch die stark streuende Wartezeit vor der Lackiererei verursacht wurden.

Die Lackiererei wurde nach Einführung der Dienstleister-Kerninselstruktur mittels einer einfachen First-In-First-Out Regel gesteuert. Diese Regel wurde in vielen Fällen durch Eilaufträge durchbrochen. Die Gesamtdurchlaufzeit in der Fertigung hatte sich reduziert. Die Durchlaufzeiten in der Lackiererei und deren Streuung waren weiterhin mit den unbefriedigenden Ergebnissen aus der früheren Werkstattstruktur vergleichbar. Dies konnte nach der

Umstrukturierung nicht mehr hingenommen werden, da weitere Verkürzungen der Durchlaufzeit erzielt werden sollten. Die Streuung der Termine stellte ein erhebliches Hindernis bei der Abstimmung der verschiedenen Tätigkeiten innerhalb des Kerninselbereiches dar. Die produktorientierte Splittung der Lackiererei kam aufgrund der hohen Investitionen nicht in Frage. Es mußte ein Steuerungskonzept entwickelt werden, welches die produktorientierte Struktur unterstützt, die Dienstleisterfunktion in der Lackiererei mit den erforderlichen Freiheitsgraden aber zuläßt.

5.2.2 Dezentrale Produktionssteuerung für Dienstleister

Grundlage der Entwicklung des Steuerungssystems war eine Analyse der Randbedingungen im Unternehmen. Folgende Randbedingungen bzw. Forderungen mußten berücksichtigt werden:

- geringe EDV-Durchdringung im Unternehmen,
- geringe Akzeptanz von EDV-Lösungen,
- geringes Investitionsvolumen,
- Unterstützung der produktorientierten Ausrichtung,
- niedrige Durchlaufzeiten (DLZ),
- geringe Streuung der DLZ und
- einfache Handhabung des Steuerungssystems.

Aufgrund dieser Randbedingungen wurde auf das Steuerungssystem mittels einer Zeitrastertafel, wie in Kapitel 4 beschrieben, zurückgegriffen. Die Analyse des Kapazitätsbedarfs der einzelnen Produktgruppen in der Lackiererei ermöglichte eine Einteilung der Betriebsperiode in Fix-, Optional- und Optionstermine. Zur Verfügung standen 3 Lackierkabinen, die belegt werden konnten.

Die Fixtermine bilden die notwendige Grundkapazität, die in jeder Woche von einer Produktgruppe in der Lackiererei angefordert wird und die keinerlei

Schwankungen unterliegt. Diese Termine stehen der Produktgruppe fest zur Verfügung. Termintausch kann zwischen den Produktgruppenverantwortlichen vereinbart werden, beziehungsweise es können auch kurzfristig Termine anderer Produktgruppen in die Fixtermine einer anderen Gruppe eingelastet werden. Nicht nur den Produktgruppen, sondern auch dem Servicebereich wurde ein Fixtermin eingerichtet. Zu diesem Zeitpunkt steht ein Lackierer mit einer Lackierkabine dem Service zur Verfügung.

Die Optionstermine sind bestimmten Produktgruppen zugeordnet, müssen aber spätestens 3 Tage vor dem Termin mit Aufträgen belegt werden, sonst können diese von allen anderen Produktgruppenverantwortlichen belegt werden. Diese Termine spiegeln die über die Grundlast hinaus notwendige Kapazität zu bestimmten Zeitpunkten im Monat wider und gleichen somit die mittelfristigen Schwankungen aus. Notwendige Voraussetzung zur Belegung dieser Termine ist eine 90%ige Belegung der für die Produktgruppen vorgesehenen Fixtermine.

Die Optionstermine stehen allen Produktgruppen zur Verfügung und gleichen die langfristigen saisonalen Schwankungen zwischen den Produktgruppen aus. Diese Termine können nach der Belegung der Fix- und der Optionstermine belegt werden. Diese Termine bilden aber auch den Pufferbereich zum Ausgleich von ungeplanten Störungen im Arbeitsablauf, notwendige Reihenfolgeoptimierungen bzw. ermöglichen Instandsetzungs- und Reinigungsarbeiten.

Nach einer mehrwöchigen Probephase, die mit einer provisorischen Stecktafel in der Fertigung durchgeführt wurde, wurde eine festinstallierte Metalltafel aufgestellt. Die Probephase bot die Möglichkeit, die Abläufe und Vorgaben im täglichen Umgang mit dem Planungshilfsmittel zu überprüfen und die Mitarbeiter zu schulen. Die festinstallierte Metalltafel wurde mit kleinen Klapptafeln ausgestattet, um eine Belegung von Terminen schnell und einfach zu gestalten. Grüne Tafelanzeige steht für freie und rote Tafel für belegte Kapazität.

Es besteht auch die Möglichkeit, von Seiten der Lackiererei, Belegungen bzw.

eine Kapazitätsreduzierung vorzunehmen. Durch den Meister der Lackiererei werden für Zeiten, die zur Instandhaltung oder Reinigung der Arbeitsgeräte dienen, gelbe Belegungskarten in die Tafel eingesteckt und somit für die Inseln nicht belegbar gemacht. Bei Krankheit, Urlaub oder sonstigem Personalausfall wird eine Belegungssperre durch eine blaue Karte angezeigt.

Die im Rahmen des Steuerungskonzeptes eingeführten Maßnahmen führten bereits nach kurzer Anlaufzeit zu einer Verbesserung der Transparenz und somit zu einer Verbesserung der Auftragseinlastung und Reduzierung der Auftragsmenge, die am Pufferplatz abgestellt wird. Dies reduzierte nicht nur die Bestände, sondern verminderte auch den Suchaufwand der Lackierer erheblich. Durch die Einhaltung der rechtzeitigen Belegung der Tafel können vom Lackiermeister Tage mit niedriger Belastung für Revisionsaufträge, Instandhaltung und Reinigung eingeplant werden.

Um Warte- oder Liegezeiten zu minimieren, muß für die Auftragseinlastung in die Lackiererei deren Kapazität zur richtigen Zeit verfügbar sein. Durch eine übersichtliche Darstellungsweise der Kapazitäten und vorgenommenen Auftragsterminierungen auf der Zeitrastertafel konnte die nötige Grundlage hierfür erzielt werden. Nach dem Wirksamwerden der Maßnahmen stellte sich eine gleichmäßigere Belastung der Ressource ein. Aufträge werden chronologisch entsprechend ihrer Reihenfolge der Belegung abgearbeitet.

Diese Art der Steuerung erreichte eine steuerungstechnische Einbindung der Lackiererei ähnlich der einer direkten Einbindung einzelner Lackiereinheiten in die Fertigungsinsel. Aufgezeigt werden kann dieser Erfolg an einem Beispiel aus der Fertigung der Geldeinzahlungsautomaten (GEA). Zwei positive Effekte konnten festgestellt werden. Einerseits reduzierte sich die Streuung der Durchlaufzeiten erheblich, und andererseits konnte die Durchlaufzeit an dieser Einheit um fast eine Betriebsperiode gesenkt werden (vgl. Abbildung 5-5).

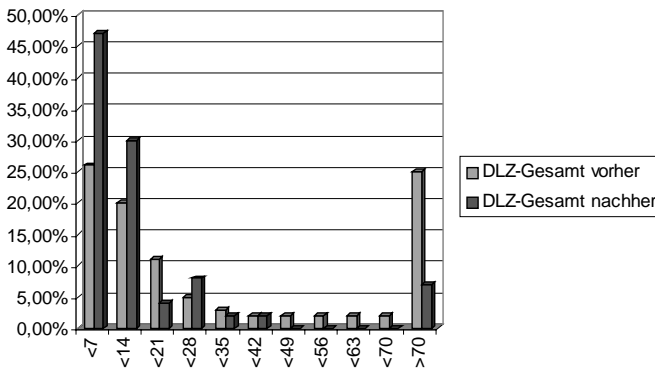


Abbildung 5-5: Veränderung der DLZ der Produkte durch die Steuerung mittels Terminraasterung

Neben der Verkürzung der Durchlaufzeiten zeigt die Abbildung 5-5, daß durch den Einsatz der Zeitrastertafel die Durchlaufzeiten reduziert wurden. Diese beiden im Anwendungsfall festgestellten Tendenzen unterstützen die These, daß durch die Steuerung zentraler Ressourcen mit der vorgestellten Methode ähnliche Erfolge bezüglich der Durchlaufzeit, wie z.B. bei einer rein produktorientierten Struktur, erzielbar sind. Die weiteren Vorteile produktorientierter Strukturen, wie beispielsweise die gemeinsame Qualitätsverantwortung, sind nicht oder nur mittels weiterer unterstützender Maßnahmen erreichbar.

Dieses Konzept zeigt, wie eine einfache insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen interessante Lösung erfolgreich umgesetzt wurde. Die Einbindung dieses Konzeptes in eine EDV-technische Umgebung kann sicherlich weitere Optimierungsmöglichkeiten, wie die schnelle Anpassung der Terminalschiene in Fix-, Options- und Optionstermine, bieten. Die Frage nach der Akzeptanz des Systems muß in diesem Zusammenhang sicherlich neu gestellt und beantwortet werden.

5.2.3 Erkenntnisse aus dem zweiten Praxisbeispiel

Im Anwendungsfall des Anlagenbaus zeigten sich viele Vorteile der neuen Struktur aus produkt- und funktionsorientierten Bereichen. Es konnten aber auch die Nachteile hybrider Strukturen festgestellt werden. Die Durchlaufzeiten wurden nur in denjenigen Bereichen erheblich reduziert, die produktorientiert aufgebaut waren. Die Durchlaufzeit bei den Dienstleistern blieb auf dem Niveau einer funktionsorientierten Struktur. Der Einsatz der Terminrastertafel konnte diese Nachteile bezüglich der Durchlaufzeit im wesentlichen ausgleichen. Es bieten sich somit neue Möglichkeiten zur Verbesserung der Gesamtstruktur und ihrer Anwendung in der Praxis.

6 Wirtschaftlicher Nutzen des Dienstleister-Kerninselkonzeptes

Die Erfahrungen aus den Praxisbeispielen zeigen die Relevanz der Fragestellung nach einer Verbindung von Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) sehen einen großen Nutzen in dieser Verbindung. Ist der Nutzen dieser Verbindung wirklich so hoch oder erscheint dies nur bei einer oberflächlichen Betrachtung zunächst so?

Um zu dieser Frage einen Beitrag leisten zu können, der sicherlich nicht als Beweis für den wirtschaftlichen Nutzen gewertet werden kann, soll ein Blick auf die drei Determinanten Qualität, Zeit und Kosten in der Fertigung geworfen werden.

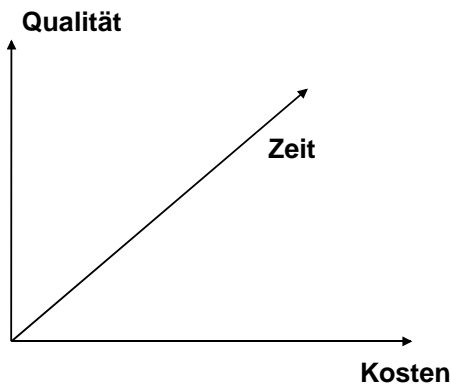


Abbildung 6-1: Allg. Zielkriterien für die Produktion

6.1 Qualität

Zur Quantifizierung der Qualitätsverbesserungen durch die Einführung produktorientierter Strukturen liegen bisher keine allgemeingültigen quantitativen Ergebnisse vor. Keiner der Autoren, die sich zum Nutzen produktorientierter Struktur geäußert haben (vgl. Abschnitt 3.1), konnte diesen qualifiziert quantifizieren. Es sind zwei gegenläufige Trends zu beobachten.

Einerseits fehlen den Fertigungsinselmitarbeitern die funktionspezifischen Spezialisierungsvorteile in produktorientierten Strukturen. Andererseits können Qualitätsmerkmale, die sich aus mehreren Bearbeitungsschritten bisher in mehreren Werkstätten (funktionsorientierten Bereichen) ergeben, wie beispielsweise das Blechschneiden und das anschließende Schweißen, positiv beeinflusst werden. Unbestritten ist in allen Veröffentlichungen eine Verbesserung der Qualität und eine Reduzierung der Prüfkosten in wechselndem Umfang.

Durch den Einsatz des Kerninsel-Dienstleisterkonzeptes wird auf bestimmte Aspekte der Verbesserung der Qualität durch die Produktorientierung verzichtet. Die Einbeziehung des Merkmals der Qualitätsbestimmung des Gesamtablaufs in das Planungsoktogen gewährleistet nach den Erfahrungen aus den Praxisprojekten, daß hier die unwesentlichen von den wesentlichen Einflüssen getrennt werden. Auf diese Weise kann in den meisten Fällen gewährleistet werden, daß nur geringe Einbußen gegenüber einer rein produktorientierten Struktur zu erwarten sind. Diese Einbußen sind auch nur dann zu erwarten, wenn ein echter Dienstleister mit Personal in die Struktur eingeplant wird. In diesen Fällen können Maßnahmen wie Qualitätszirkel oder andere qualitätsförderliche Maßnahmen außerhalb der Primärorganisation ausgleichend wirken. Es darf nicht vergessen werden, daß auch die funktionsorientierte Ausrichtung wesentliche Qualitätsvorteile haben kann, wenn man bedenkt, daß viele Arbeitsschritte aufgrund der Spezialisierung innerhalb einer funktionsorientierten Gruppe besser und qualitativ hochwertiger ausgeführt werden können.

6.2 Zeit

Neben der Qualität muß als zweites Nutzenmerkmal in der Produktion das Merkmal der Zeit betrachtet werden. Dies wird insbesondere daraus motiviert, daß viele Unternehmen, die produktorientierte Strukturen einführen, bezüglich der Durchlaufzeiten einschneidende Verbesserungen erwarten (IMK 1997). Von großen Erfolgen bei der Verkürzung der Durchlaufzeiten sowie bei der

Reduzierung der Bestände in produktorientierten Strukturen berichten viele Veröffentlichungen (Burbidge 1994a; Gronau & Brinkmann 1996; Decker 1995; Gerlach u.a. 1996; Tönshoff u.a. 1995). Viele dieser Veröffentlichungen sprechen von einer Reduzierung von 50%.

Betrachtet man die Durchlaufzeitanteile in einer traditionellen Fertigung (vgl. Abbildung 6-2) (Eversheim 1989), stellt man fest, daß die Liegezeiten ungefähr 70 - 75% und die Transportzeiten ca. 1 % (Eversheim 1989) der Durchlaufzeiten betragen. Daraus läßt sich ableiten, daß die Betrachtung der Transportzeiten eine untergeordnete Rolle spielen muß. Die Liegezeiten können im Gegensatz dazu durch eine strenge produktorientierte Ausrichtung der Fertigungsstruktur um ca. 60 - 70% reduziert werden (Burbidge 1994a; Gronau & Brinkmann 1996; Decker 1995; Gerlach u.a. 1996; Tönshoff u.a. 1995).

Mit jeder Abweichung vom „Ideal“ der Produktorientierung muß auf einen bestimmten Anteil an der Reduzierung der Liegezeiten verzichtet werden. Bei n-Arbeitsschritten muß bei jedem Arbeitsschritt, der als „echter“ Dienstleister im Arbeitsablauf eingebettet ist, zweimal auf die Reduzierung verzichtet werden. Vor und nach dem Arbeitsschritt ist eine Einlastung in eine neue Einheit notwendig.

Daraus darf nicht der Schluß gezogen werden, daß generell für jeden Dienstleister auf die zweifache Liegezeiteinsparung an einer Arbeitsstation verzichtet werden muß. Es sind zwei Fälle zu beachten:

- a) Dienstleister am Ende oder am Anfang des Arbeitsplans und
- b) ein Dienstleister gibt an einen weiteren Dienstleister weiter.

Daraus läßt sich ableiten, daß je höher die Zahl der Dienstleister ist, desto geringer wird der Verlust an Durchlaufzeitreduzierung je Dienstleister ausfallen.

Rechnung getragen wird dem auftretenden Liegezeitverlust der Dienstleister durch die Einbeziehung des Kooperationsgrades χ nach Schmigalla in das

Planungsoktogonal. Betriebsmittel mit einem hohen Kooperationsgrad verursachen hohe Liegezeitverluste durch die Koordination verschiedener Produktströme innerhalb eines intensiven Flusses über das betrachtete Betriebsmittel.

Die effektive Höhe des Liegezeitverlustes hängt sicherlich auch von der Auslastung des Betriebsmittels ab. Ein hoch ausgelastetes Betriebsmittel führt als Dienstleister zu hohen Liegezeitverlusten. Diese Korrelation wird innerhalb des Planungsoktogonal dargestellt und kann so in die Entscheidung miteinfließen.

Wie im Praxisbeispiel II in dieser Arbeit gezeigt wurde, können weitere Maßnahmen, wie der Eingriff in die Fertigungssteuerung, ähnliche Erfolge haben, wie bei der „idealen“ produktorientierten Ausrichtung. Eine Liegezeitverkürzung ist nach vorliegenden heuristischen Erfahrungen von über 50% in einer Kerninsel-Dienstleisterstruktur nicht mehr zu erwarten. Wenn der Markt diese Verkürzung fordert, muß dies durch zusätzliche Investitionen in Betriebsmittel bzw. die Veränderung der Rahmenbedingungen erreicht werden, die eine stärkere flußorientierte Ausrichtung zulassen. Es müssen dann Abstriche in der Wirtschaftlichkeit der Struktur, auf die im nächsten Abschnitt intensiv eingegangen wird, aufgrund der besonderen Bedeutung der Durchlaufzeit gemacht werden.

6.3 Kosten

Der dritte und sicherlich wesentlichste Betrachtungswinkel zur Überprüfung des Nutzens einer Kerninsel-Dienstleisterstruktur sind die Kosten. Dies bestätigt eine Studie des Institutes für Medienentwicklung und Kommunikation von 1997 (IMK 1997, S. 15). In dieser Studie gaben fast 70% der Unternehmen an, daß die Kostenreduktion ein „sehr wichtiges Ziel“ in Reorganisationsprojekten sei. Es stehen einerseits die Fertigungskosten, andererseits die einmaligen Restrukturierungskosten im Mittelpunkt des Interesses.

6.3.1 Fertigungskosten

Betrachtet man die Fertigungskosten im Maschinenbau (Abbildung 6-2), wird deutlich, daß der Haupt-, Rüst- und Nebenzeitanteil, also die maschinen- bzw. arbeitsschrittbezogenen Zeitanteile, in der Fertigung nur 29% betragen. Betrachtet man andererseits deren Kostenanteile an den Fertigungskosten, so liegen diese bei 88%. Dieser Anteil der Fertigungskosten kann im wesentlichen nur über die Optimierung der Betriebsmittel und die Abläufe an den Betriebsmitteln beeinflußt werden. Auf Skaleneffekte, die durch die Nutzung der Betriebsmittel durch verschiedene Produktgruppen bzw. Lerneffekte über Produktgruppen hinweg erreicht werden, kann also nicht verzichtet werden. Die Transportkosten haben hingegen mit einem Kostenanteil von ca. 1% nur einen äußerst geringen Einfluß auf die Fertigungskosten.

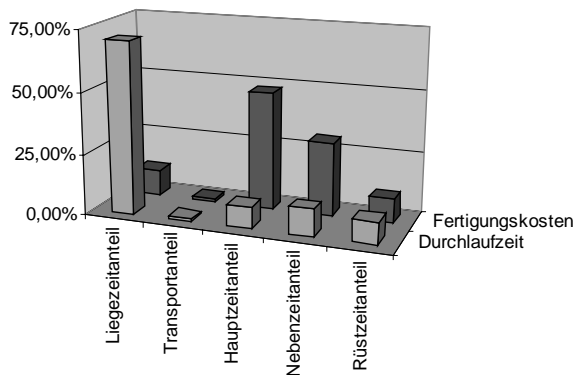


Abbildung 6-2: Fertigungskosten und Durchlaufzeitanteile im Maschinenbau (Eversheim 1989)

Aus dieser Betrachtung wird deutlich, in welcher Situation sich viele Fertigungsbetriebe in Deutschland befinden. Auf der einen Seite sehen sie Möglichkeiten, über die produktorientierte Ausrichtung ihre Durchlaufzeiten, Bestände und damit ihre Reaktionsfähigkeit um Größenordnungen zu verbessern. Auf der anderen Seite muß die Kostensituation verbessert werden,

um die Fertigung am Standort Deutschland erhalten zu können. Die Kostensituation wird, wie dargestellt, am stärksten durch die einzelnen Prozesse und Betriebsmittel in der Fertigung beeinflusst.

Die Optimierung der einzelnen Prozesse und Aufgaben steht im Mittelpunkt der funktionsorientierten Strukturen. Die optimale Abstimmung der Prozesse entlang der Prozeßkette steht im Mittelpunkt der produktorientierten Strukturen. Jedes Fertigungsunternehmen steht somit vor der Aufgabe diese widerstrebenden Richtungen von Kosten- und Zeitsicht bzw. Funktions- und Produktorientierung zu verbinden (vgl. Abbildung 6-3).

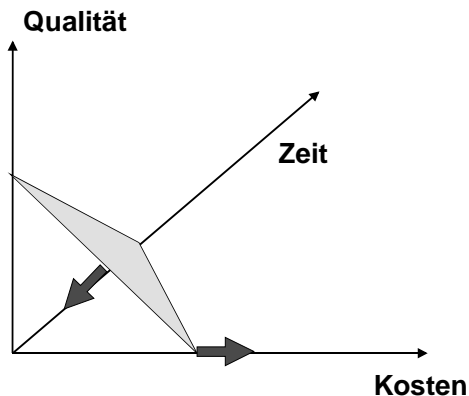


Abbildung 6-3: Allg. Trends der Zielkriterien durch die Einführung von produktorientierten Fertigungsstrukturen im Vergleich zu funktionsorientierten Strukturen

Das Kerninsel-Dienstleisterkonzept ermöglicht durch die Elemente Kerninsel und Dienstleister bzw. deren Unterformen unter Wahrung der Skaleneffekte bzw. des funktionsspezifischen Lernprozesses eine Produktorientierung in bestimmten Prozessen und Betriebsmitteln in Dienstleistern. Die bisherigen praktischen Erfahrungen bestätigen, daß diese Verbindung möglich ist, ohne gegenseitige negative Beeinflussungseffekte feststellen zu können. Die Erfahrungen mit dem vorgestellten Steuerungssystem lassen sogar den Schluß zu, daß in Bereichen mit einer geringen Anzahl an Dienstleistern ähnliche

Durchlaufzeiten wie bei einer rein produktorientierten Struktur erreicht werden können.

6.3.2 Restrukturierungskosten

Neben den laufenden Kosten spielen die einmaligen Restrukturierungskosten bei einer Umplanung eine wesentliche Rolle. Zwei Aspekte sind insbesondere für KMUs zu beachten:

- Reduzierung der Kosten sowie
- Streckung der Investitionen über einen längeren Zeitraum.

Die einmaligen Restrukturierungskosten durch die Umstellung der Betriebsmittel können im Kerninsel-Dienstleisterkonzept ganz erheblich reduziert werden. Es bietet sich innerhalb dieses Konzeptes an, eine Palette von Möglichkeiten z.B. Betriebsmittel ohne Umzugsaufwand in die Struktur als Dienstleister einzubeziehen. Die Umzugskosten einer Großpresse können die Kosten für alle weiteren Restrukturierungsmaßnahmen in vielen Fällen übersteigen. Durch eine Strukturierung solcher Betriebsmittel als Dienstleister können derartige Kosten unter Umständen eingespart werden, ohne wesentliche Nachteile zu haben.

Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen müssen diese Umstellungsmaßnahmen bei laufendem Betrieb und mit kontinuierlich zur Verfügung stehenden Mitteln durchführen. In diesen Fällen können in einem ersten Schritt die Betriebsmittel umgestellt werden, deren Abweichung in den Planungsoktogonalen von der bestehenden Struktur besonders hoch ist (vgl. Abschnitt 4.2.5). Begonnen werden kann die Einführung des Kerninsel-Dienstleisterkonzeptes, wenn, wie in vielen Praxisfällen, von einer funktionsorientierten Struktur ausgegangen wird, mit der Einführung einer produktorientierten Arbeitssteuerung bzw. -vorbereitung. Weitere Betriebsmittel werden aufgrund der Analyseergebnisse Zug um Zug umstrukturiert und die neuen Struktureinheiten gebildet.

Diese langsame kontinuierliche Umsetzung mindert den kurzfristigen Kapitalbedarf und ermöglicht die Umsetzung im laufenden Betrieb. Das Umsetzungsrisiko wird minimiert, da erste Umsetzungsergebnisse in die weitere Umsetzungsplanung einfließen können. Einzelne Maßnahmen können auf ihre Auswirkungen hin überprüft werden. Die Erfahrung in den Praxisbeispielen zeigt durch die sukzessive Vorgehensweise eine höhere Akzeptanz bei den Mitarbeitern in den Betrieben im Vergleich zu konventionellen Restrukturierungen.

6.4 Zusammenfassung des Nutzens

Der Einsatz des Dienstleister-Kerninselkonzeptes hat unterschiedliche Auswirkungen auf die drei Determinanten Qualität, Zeit und Kosten im Vergleich zu rein produktorientierten bzw. funktionsorientierten Strukturen (vgl. Abbildung 6-4).

Die Determinante Qualität erfährt nur geringe Verschiebungen durch das neue Konzept. Verschiedene Einflüsse auf die Qualität werden unterschiedlich stark und in verschiedene Richtungen beeinflusst, so daß von einer nur geringen resultierenden Verschiebung der Gesamtqualität ausgegangen werden kann. Die spezifische Beeinflussung muß im Anwendungsfall überprüft werden und fließt über das Planungsoktogonal in den Auswahlmechanismus ein.

Die Determinante Zeit bzw. die Durchlaufzeit wird durch das Dienstleister-Kerninselkonzept im Vergleich zu einer rein funktionsorientierten Struktur eindeutig positiv beeinflusst. Die gleichen Erfolge, die mit rein produktorientierten Strukturen zu erzielen wären, werden nicht erreicht. Jeder eingebrachte Dienstleister verlängert die Durchlaufzeit gegenüber einer rein produktorientierten Struktur, wenn nicht entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden. Nach den Erfahrungen aus den Praxisprojekten verkürzt jede Kopplung zweier Arbeitsschritte innerhalb der Kerninsel die Durchlaufzeit gegenüber einer streng funktionsorientierten Struktur. Das System der Zeitrastertafel zeigt, daß es Maßnahmen gibt, die diesen strukturellen Nachteil mildern.

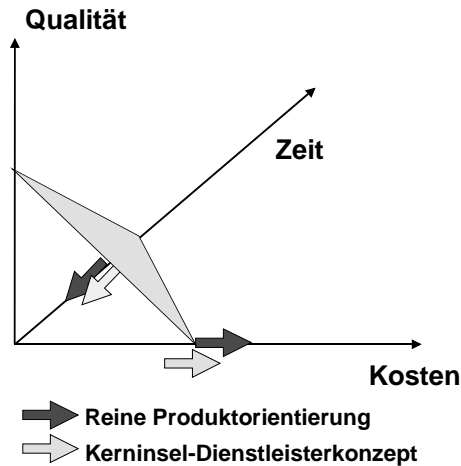


Abbildung 6-4: Allg. Trends der Zielkriterien im Vergleich zwischen reiner Funktiorientierung, reiner Produktorientierung sowie des Kerninsel-Dienstleisterkonzeptes

Diesem sicherlich nicht zu unterschätzenden Nachteil des Kerninsel-Dienstleisterkonzeptes steht ein wesentlicher Kostenvorteil gegenüber. Die Fertigungskosten sowie die einmaligen Restrukturierungskosten liegen nach den Erfahrungen aus den Praxisprojekten unter denen einer rein produktorientierten Strukturierung.

Das Dienstleister-Kerninselkonzept bietet sich somit für Unternehmen an, die eine Verkürzung der Durchlaufzeiten gegenüber der funktionsorientierten Struktur erzielen wollen, aber auf besondere Skaleneffekte in bestimmten Funktionsbereichen in einer funktionsorientierten Struktur nicht verzichten wollen (vgl. Abbildung 6-4).

7 Zusammenfassung und Ausblick

In vielen Veröffentlichungen wird die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen gefordert (Hartmann 1999, Reinhart u.a. 1999). Das heißt, daß die Unternehmen schnell und wirtschaftlich auf immer neue Anforderungen des Marktes reagieren müssen. Das Produktspektrum verschiebt sich immer wieder oder es sind Produktmodifikationen notwendig. Die Fertigungsstruktur muß einem permanenten Wandlungsprozeß unterzogen werden.

Am Anfang dieser Arbeit standen drei Forderungen, die heutige Fertigungsstrukturen, neben den klassischen Forderungen nach Kosten, Qualität und Zeit, erfüllen müssen:

- die Wandlungsfähigkeit,
- die schnelle Umsetzbarkeit und die Begrenzung der Umsetzungskosten und
- die Berücksichtigung der Unternehmensspezifika in den Strukturen.

In den letzten Jahren berichteten viele Autoren von großen Erfolgen durch die Verbindung von Gruppenarbeit und Produktorientierung. Eine große Zahl an Konzepten im Bereich der Produktorientierung war die Folge. Die strenge Produktorientierung konnte jedoch in vielen Produktionsunternehmen aufgrund der vorhandenen Betriebsmittel bzw. des schnell wechselnden Auftragspektrums nicht eingeführt werden. Die schnelle Veränderung des Umfeldes stand der Einführung produktorientierter Strukturen diametral entgegen.

Verschiedene Ansätze wurden erarbeitet, die kurzfristige, auftragsorientierte Strukturen erlauben. In diesen Ansätzen muß aber auf die Vorteile der Gruppenarbeit in weiten Teilen verzichtet werden. Die Kurzfristigkeit der Strukturen und der Verbindung zu bestimmten Produktgruppen kann eine Gruppendynamik nicht ausreichend aufkommen lassen. Neueste Arbeiten (Riedmiller 1998) weisen darauf hin, daß die optimale Fertigungsstruktur eine Kombination aus Produkt- und Funktionsorientierung sein muß und so die spezifischen Merkmale des Unternehmens am besten unterstützt werden

können.

Die vorliegenden Strukturplanungsverfahren sind bisher entweder zur Planung funktions- oder produktorientierter Strukturen erarbeitet worden. Die eigentliche Entscheidung über eine Strukturausrichtung muß schon vor der Anwendung dieser Methoden gefällt sein.

Aber nicht nur die Methoden der einmaligen Planung stellen sich noch lückenhaft dar, sondern auch die Ansätze zur Weiterentwicklung der Strukturen. Die Anwendbarkeit der Methoden zur Planung in der Betriebsphase der Strukturen wurde bisher nur in wenigen Ansätzen untersucht. Die Weiterentwicklung wird in der Mehrzahl der Arbeiten entweder den Kräften der Selbstorganisation oder den klassischen Controllingmaßnahmen überlassen. Es lassen sich drei Handlungsfelder identifizieren:

- die Verbindung der Vorteile von produkt- und funktionsorientierten Strukturen für die Klein- und Mittelserienfertigung,
- die Ergebnisneutralität der Planungsverfahren unter Berücksichtigung der vorhandenen technischen Anlagen und Maschinen sowie organisatorischen Strukturen und
- die Konzeption eines Strukturmonitoringinstrumentes zur kontinuierlichen Weiterentwicklung der Fertigungsstrukturen.

Vorgeschlagen wird das Kerninsel-Dienstleisterkonzept, eine Verbindung aus Funktions- und Produktorientierung. Die Funktionsorientierung spiegelt sich in den Einheiten der Dienstleister wider, die Produktorientierung in den Kerninselseinheiten. Die Dienstleister sind in diesem Konzept funktionsorientierte aufbauorganisatorische Einheiten, die Ihre Dienstleistung verschiedenen Auftraggebern anbieten (Vollständige Definition S. 69). Die Kerninseln sind produkt- und gruppenorientierte aufbauorganisatorische Einheiten, deren Aufgabe darin besteht, eine termin- und qualitätsgerechte Erstellung bestimmter Produktgruppen zu gewährleisten. Sie nutzen dazu verschiedene Dienstleister (Vollständige Definition S. 70). In der Kombination

beider Elemente werden differenziert die vorhandenen Potentiale genutzt. Kurzfristige Produktmodifikationen werden von den Kerninseln durchgeführt, langfristige Spektrumsschwankungen von den Dienstleistern abgefangen.

Um eine derartige hybride Fertigungsstruktur zu planen, wurde eine neuartige vierstufige Planungsvorgehensweise vorgeschlagen. Dieses Konzept kann die komplexe Aufgabe der Einordnung der Betriebsmittel in die Fertigungsstruktur durch die Nutzung eines Verfahrens auf der Basis von Polaritätsprofilen und Mustervergleichen zur Visualisierung und Bewertung effizient lösen. Es wird möglich die einzelnen Muster visuell zu bewerten. Das dargestellte mathematische Verfahren kann diese Entscheidungsunterstützung jedoch auch automatisiert durchführen. Aus der vorgestellten Vorgehensweise kann nicht nur der Zielzustand der Fertigungsstruktur abgeleitet, sondern zusätzlich können die Einzelmaßnahmen priorisiert werden, um so eine Umsetzungsstrategie erarbeiten zu können.

Die Werkzeuge der Planungsvorgehensweise Polaritätsprofile und Mustervergleich werden nach der Betriebsphase in Monitoringwerkzeuge überführt. Auf diesem Wege ist es möglich, die gleichen Kennzahlen, die in der Planungsphase genutzt werden, auch in der Betriebsphase zu überwachen. Dies wird nicht zuletzt durch die automatische Berechnung der Abweichungen zu den Standardprofilen (Mustern) möglich. Die Auslastungsdaten können beispielsweise kontinuierlich aus den PPS und BDE-Systemen übernommen werden. Bei der Neubeschaffung von Maschinen kann mittels der Polaritätsprofile untersucht werden, wie diese in die Fertigungsstruktur integriert werden sollten. Es könnte auf diesem Wege der Schritt zu einer kontinuierlichen Strukturanpassung gelingen, die in einem turbulenten Umfeld geboten erscheint.

Zur Abrundung des Strukturkonzeptes und dessen Betrieb wurde ein Steuerungskonzept für Dienstleister auf der Basis einer zeitgerasterten Plantafel dargestellt. Ein System, welches es mit einem geringen Aufwand erlaubt Dienstleister zu steuern.

Das Gesamtkonzept zeigt neue Wege auf, wie ein Produktionsunternehmen in

der Fertigung eine kombinierte Struktur aus produkt- und funktionsorientierten Bereichen planen, aufbauen, aber auch betreiben und überwachen kann. Es eröffnen sich durch die Kombination von Produkt- und Funktionsorientierung Möglichkeiten, dynamisch sich anpassende, aber trotzdem unternehmensspezifische Strukturen zu planen und diese mit Hilfe des Monitoringinstruments zu überwachen. Die Wandlungsfähigkeit der Fertigungsstrukturen rückt damit in greifbare Nähe.

Es bleibt sicherlich noch ein weiter Weg zu gehen. Die vorgestellten Werkzeuge müssen in einer Software umgesetzt werden und in verschiedene unternehmensspezifische Softwareumgebungen integriert werden.

8 Literatur

Aggteleky 1981

Aggteleky, B.: Fabrikplanung - Werkentwicklung und Betriebsrationalisierung. Band1: Grundlagen, Zielplanung, Vorarbeiten. München: Carl Hanser, 1981.

Aggteleky 1990

Aggteleky, B.: Fabrikplanung - Werkentwicklung und Betriebsrationalisierung. Band 2: Betriebsanalyse und Feasibility-Studie. München: Carl Hanser, 1990.

Amann & Zipper 1994

Amann, W.; Zipper, B.: Fertigungsinseln – ein Weg zur Verkürzung der Durchlaufzeiten. VDI-Z 136 (1994) 3, S. 40-42.

Auch 1989

Auch, M.: Fertigungsstrukturierung auf der Basis von Teilefamilien. Berlin: Springer, 1989.

AWF 1990

AWF (Hrsg.): Integrierte Fertigung von Teilefamilien. Band I+II. 1. Aufl. Köln: TÜV-Rheinland-Verlag, 1990.

BMBF 1998

BMBF (Hrsg.): Delphi-Umfrage - Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Karlsruhe: 1998.

Burbidge 1971

Burbidge, J. L.: Production Flow Analysis. The Production Engineer 50 (1971), S. 31-40.

Burbidge 1973

Burbidge, J. L.: The Introduction of group technology. An Manual Method of PFA. The Production Engineer 56 (1977), S. 34.

Burbidge 1994a

Burbidge, J. L. ; Halsall, J.: Group Technology and growth at Shalibane. Production Planning & Control 5 (1994) 2, S. 213-218.

Burbidge 1994b

Burbidge, J. L. : Groups and/or Cells. Production Planning & Control 5 (1994) 6, S. 588.

Burger 1992

Burger, C.: Produktionsregelung mit Entscheidungsunterstützenden Informationssystemen. Berlin: Springer, 1992. (iwb Forschungsberichte Nr. 42).

Burkhardt 1984

Burkhardt, M.: Beitrag zur Ermittlung ablauforientierter Fertigungsstrukturen in der Einzel- und Kleinserienfertigung. Dortmund: Dissertation Univ., 1984.

Camp 1994

Camp, R. C.: Benchmarking. München: Carl Hanser, 1994.

Chan & Milner 1982

Chan, H. M.; Milner, D. A.: Direct Clustering Algorithm for group formation in Cellular Manufacturing. Journal of Manufacturing Systems, 1 (1982), S. 65-75.

Czichos 1993

Czichos, R.: Change Management. 2. Aufl. München: Ernst Reinhardt, 1993.

Daenzer 1989

Daenzer, W. F.: Systems Engineering. 6. Aufl. Zürich: Industrielle Organisation, 1989.

Decker 1995

Decker, F.: Methoden der Auftragsteuerung in produktorientierten Fertigungsstrukturen. In: Reinhart, G.; Milberg, J.: Leittechnik und Informationslogistik - Mehr Transparenz in der Fertigung, München. München: Herbert Utz 1995, S. 29-49. (iwb-Seminarberichte Nr.19)

Dolezalek 1973

Dolezalek, C. M.: Planung von Fabrikanlagen. Berlin: Springer, 1973.

Eversheim 1989

Eversheim, W.: Organisation in der Produktionstechnik - Band 4 Fertigung und Montage. 2. Aufl. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1989.

Frese 1993

Frese, E.: Grundlagen der Organisation. 5. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 1993.

Fried 1994

Fried, W.: Wiederhol- und Ähnlichteilsuche - Ermittlung über assoziative Ähnlichkeiten - Anwendungsbeispiel Brose Coburg. VDI-Z 136 (1994) 3, S. 43-45.

Frieling 1997

Frieling, E.: Automobilmontage in Europa. Frankfurt: Campus, 1997.

Grob & Haffner 1982

Grob, R.; Haffner, H.: Planungsleitlinien, Arbeitsstrukturen- Systematik zur Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Siemens AG, 1982.

Grap & Gebbert 1996

Grap, R.; Gebbert, V.: Gruppenarbeit in der Praxis. Neue Arbeitsstrukturen zwischen Anspruch und Realität. 2. Aufl. Herzogenrath: GOM, 1996.

Gerlach u.a. 1996

Gerlach, H.-H.; Bissel, D.; Kühling, M.: Virtuelle Fertigungsinseln. Industrie management 12 (1996) 3, S. 21–24.

Goldman u.a. 1996

Goldman, S. L.; Nagel, R. N.; Preiss, K.; Warnecke, H. J.: Agil im Wettbewerb: Die Strategie der virtuellen Organisation zum Nutzen des Kunden. Berlin: Springer, 1996.

Gronau & Brinkmann 1996

Gronau, N.; Brinkmann, N.: Produktionsplanung und Steuerung einer Fertigungsinsel für Verschleißteile. Industrie Management 12 (1996) 3, S. 34-38.

Hammer 1997

Hammer, M.: Das prozeßzentrierte Unternehmen – Die Arbeitswelt nach dem Reengineering. Frankfurt: Campus, 1997.

Hammer & Champy 1994

Hammer, M.; Champy, J.: Business Reengineering - Die Radikalkur für das Unternehmen. 3. Aufl. Frankfurt: Campus, 1994.

Hartmann 1996

Hartmann, M.: Dynapro - Erfolgreich produzieren in turbulenten Märkten, Bd. 1: Anforderungen und industrielle Lösungsansätze. Stuttgart: Logis, 1996.

Hartmann 1997

Hartmann, M.: Dynapro - Erfolgreich produzieren in turbulenten Märkten – Bd. 2: Leitfäden zur Umsetzung dynamischer Strukturen. Stuttgart: Logis, 1997.

Hartmann 1998

Hartmann, M.: Dynapro - Erfolgreich produzieren in turbulenten Märkten – Bd. 3: Betrieb und Weiterentwicklung dynamischer Strukturen. Stuttgart: Logis, 1998.

Hartmann & Spiewack 1999

Hartmann, M.; Spiewack, M.: Wandlungsfähigkeit In: Kühnle, H. (Hrsg.): Stratema - Wachstumsstrategien durch marktorientierte Wandlungsfähigkeit und produktnaher Dienstleistung. Stratema 1 (1999) 1, S. 4.

Hindi & Hamam 1994

Hindi, K. S.; Hamam, Y. M.: Solving the part families problem in discrete-parts manufacture by simulated annealing . Production Planning & Control 5 (1994) 2, S. 160-164.

Imai 1992

Imai, M.: Kaizen - Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. 2. Aufl. München: Langen Müller/Herbig, 1992.

IMK 1998

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

Jürging 1995

Jürging, C.-P.: Rechnerunterstützte Auftragsabwicklung in dezentralen Produktionsbereichen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1995.

Kamrani & Parsaei 1994

Kamrani, A. K.; Parsaei, H. R.: A methodology for the design of manufacturing systems using group technology. *Production Planning & Control* 5 (1994) 5, S. 450-464.

Kamrani & Logendran 1998

Kamrani, A.K.; Logendran, R.: *Group Technology and Cellular Manufacturing - Methodologies and Applications*. New York: Gordon & Breach Science Publications, 1998.

Kath 1994

Kath, H.: Horizontale Abstimmung dezentraler Leitstandsysteme. Bochum: Dissertation Univ., 1994. (Schriftenreihe des Lehrstuhl für Produktionssysteme Nr. 93.1)

Kettner u.a. 1984

Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.: *Leitfaden der systematischen Fabrikplanung*. München: Carl Hanser, 1984.

King 1980

King, J. R.; Nakornchai, V.: Machine-Component Grouping in Production Flow Analysis: An Approach Using a Rank Order Clustering Algorithm. *International Journal of Production Research* 18 (1980) 2, S. 213-232.

Kinkel 1997

Kinkel, S.: Controlling – Kontrollinstrument oder Hilfsmittel der Selbststeuerung. In: Lay, G. (Hrsg.), Mies, C. (Hrsg.): *Erfolgreich reorganisieren*. Berlin: Springer, 1997, S. 235–261.

Koch 1996

Koch, M.: Autonome Fertigungszellen – Gestaltung, Steuerung und integrierte Störungsbehandlung. Berlin: Springer, 1996. (iwb-Forschungsberichte Nr. 98)

Köstler 1989

Köstler, A.: The Ghost in the Machine. London: Arcana Books, 1989.

Kosiol 1976

Kosiol, E.: Organisation der Unternehmung. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 1976.

Kühnle & Sternemann 1998

Kühnle, H.; Sternemann, K.-H.: Herausforderung Geschäftsprozesse – Den Wandel organisatorisch und technisch gestalten. Stuttgart: Logis, 1998.

Krönert 1997

Krönert, U.: Systematik für die rechnergestützte Ähnlichsuche und Standardisierung. Berlin: Springer, 1997. (iwb-Forschungsberichte Nr. 108)

Lay & Mies 1997

Lay, G.; Mies, C.: Erfolgreich reorganisieren. Unternehmenskonzepte aus der Praxis. Berlin: Springer, 1997.

Lay u.a. 1997

Lay, G.; Kinkel, S.; Mies, C.: Alle reden – Wenige handeln. In: Lay, G., Mies, C. (Hrsg.): Erfolgreich reorganisieren. Berlin: Springer, 1997, S. 3–11.

Linstone 1998

Linstone, H. A.: Scenario management and the Multiple Perspective Approach: Breaking the chains of Traditional Business Thinking; In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Grenzen überwinden - Zukünfte gestalten. 2. Paderborner Konferenz für Szenario-Management, Paderborn. Paderborn: HNI 1998, S. 11-31. (Verlagsschriftenreihe, Bd. 44 Rechner-integrierte Produktion)

Lueg 1975

Lueg, H.: Systematische Fertigungsplanung - Systematik zur Erfassung und Verarbeitung komplexer Fertigungsabläufe. Würzburg: Vogel, 1975.

Lulay & Decker 1996

Lulay, W.; Decker, F.: Im Dialog optimierte Planung. Schweizer Maschinenmarkt (1996) 37, S. 28-33.

Lutz u.a. 1996

Lutz, B.; Hartmann, M.; Hirsch-Kreinsen, H.: Produzieren im 21. Jahrhundert. Frankfurt: Campus, 1996.

Lutz 1967

Lutz, W.: Entwicklung einer fertigungsbeschreibenden Systemordnung für das Drehen von Einzelteilen und Kleinserien. Stuttgart: Dissertation Univ., 1967.

Maier 1993

Maier, D.: Einführungsstrategie für Fertigungssegmentierung - Eine empirische Untersuchung. München: Eigenverlag des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Logistik, 1993.

Martin 1998

Martin, C.: Produktionsregelung – ein modularer, modellbasierter Ansatz. Berlin: Springer, 1998. (iwb-Forschungsberichte Nr. 113)

Maßberg & Sossna 1999

Maßberg, W.; Sossna, D.: Gruppentechnologische Fertigungsstrukturen in wandlungsfähigen Fabriken. wt Werkstatttechnik 89 (1999), S. 23-26.

Männel 1981

Männel, W.: Die Wahl zwischen Eigenfertigung und Fremdbezug. Stuttgart: Poeschel, 1981.

Metzger 1977

Metzger, H.: Planung und Bewertung von Arbeitssystemen. Mainz: Krausskopf, 1977. (Schriftenreihe aus dem Institut für Produktionstechnik und Automation)

Melchert 1992

Melchert, M.: Entwicklung einer Methode zur systematischen Planung von Make or Buy-Entscheidungen - Ein Beitrag zur Bestimmung der optimalen Fertigungstiefe. Aachen: Shaker 1992.

Milberg 1997

Milberg, J.: Produktion – eine treibende Kraft für die Volkswirtschaft. In: Reinhart, G.; Milberg, J. (Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwung: Information – Innovation – Inspiration, München. Landsberg/Lech: Moderne Industrie 1997, S. 17-40.

Möller 1984

Möller, J.: Kennliniengestützte Auslegung von Fabrikstrukturen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996. (VDI-Fortschrittberichte Reihe 2 Nr. 389)

Moldaschl & Schmierl 1994

Moldaschl, M.; Schmierl, K.: Fertigungsinseln und Gruppenarbeit - Durchsetzung neuer Arbeitsformen bei rechnerintegrierter Produktion. In: Moldaschl, M. (Hrsg.); Schultz-Wild, R. (Hrsg.): Arbeitsorientierte Rationalisierung - Fertigungsinseln und Gruppenarbeit im Maschinenbau. Frankfurt: Campus 1994, S. 51-103.

Moll 1975

Moll, W.-P.: Maschinenbelegung mit EDV. Würzburg: Vogel 1975.

Monje 1998

Monje, M.: Dezentrale Planung von Fabrikstrukturen. Aachen: Shaker 1998.

Müller 1995

Müller, R.: Fertigungsinseln - Strukturierung der Produktion in dezentrale Verantwortungsbereiche. 2. Aufl. Renningen-Malsheim: expert, 1995.

Opitz 1966

Opitz, H.: Werkstückbeschreibendes Klassifizierungssystem. Essen: Girardet, 1966.

Ott 1997

Ott, H. J.: Interessenkonflikte und Selbstorganisation - Eine neue Rolle für die Unternehmensplanung aus der Sicht der Chaosforschung. zfo 2 (1997), S. 94-97.

Picot u.a. 1997

Picot, A.; Dietl, H.; Franck, E.: Organisation - Eine ökonomische Perspektive. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1997.

v. Pierer 1998

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

Preiss 1997

Preiss, K.: Welcome to Agility. Agility & Global Competition 1 (1997) 1, S. 1-2.

Probst & Büschel 1998

Probst, G. J. B.; Büchel, B. S. T.: Organisationales Lernen - Wettbewerbsvorteile der Zukunft. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 1998.

Quaas u.a. 1997

Quaas, W.; Denisow, K.; Stahn, G.: Unternehmen gemeinsam umgestalten: Drei Fallbeispiele aus dem Maschinenbau zur beteiligungsorientierten Reorganisation. Frankfurt: Maschinenbau, 1997.

REFA 1990

REFA (Hrsg.): Planung und Gestaltung komplexer Produktionssysteme. Methodenlehre der Betriebsorganisation. München: Carl-Hanser, 1990.

REFA 1995

REFA (Hrsg.): Den Erfolg vereinbaren - Führen mit Zielvereinbarung. München: Carl-Hanser, 1995.

Reichmann 1990

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

Reichwald u.a. 1996

Reichwald, R.; Höfer, C.; Weichselbauer, J.: Erfolg von Reorganisationsprozessen – Leitfaden zur strategieorientierten Bewertung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996.

Reinhart & Ansorge 1997

Reinhart, G.; Ansorge, D.: Beherrschung flexibler Abläufe durch dezentrale Leittechnik. ZWF-CIM 92 (1997) 10, S. 514-517.

Reinhart & Schnauber 1997

Reinhart, G.; Schnauber, H. (Hrsg.): Qualität durch Kooperation. Berlin: Springer, 1997.

Reinhart u.a. 1995

Reinhart, G.; Decker, F.; Lorenzen, J.: Ganzheitliche Planung von Fertigungsinseln. ZWF-CIM 90 (1995) 12, S. 611-613.

Reinhart u.a. 1999

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Hirschberg, A.; Selke, C.: Wandel - Bedrohung oder Chance? Sollen Unternehmen Turbulenz vermeiden oder beherrschen. io-management 68 (1999) 5, S. 20-24.

Reisser & Leidig 1997

Reisser, M.; Leidig, F.: Der Aufbauorganisation wird der Prozeß gemacht. In: Lay, G., Mies, C. (Hrsg.): Erfolgreich reorganisieren. Berlin: Springer 1997, S. 69-90.

Rickert 1990

Rickert, M.: Marktgerechte Gestaltung der Produktionsorganisation, Leitfaden zur zukunftssicheren Fabrik. Köln: TÜV-Rheinland-Verlag, 1979.

Riedmiller 1998

Riedmiller, S. C.: Der Prozeßkalender - eine Methodik zur marktorientierten Entwicklung von Prozessen. Karlsruhe: Dissertation Univ. 1998. (Forschungsberichte aus dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik der Universität Karlsruhe (TH))

Ruffing 1991

Ruffing, T.: Fertigungssteuerung bei Fertigungsinseln. Köln: TÜV-Rheinland-Verlag 1991.

Schlund 1991

Schlund, M.: Erfolgsfaktor Teamqualifizierung - Optimierung von Fertigungsinseln durch qualifizierte Produktionsarbeit. Bad Soden/Taunus: TÜV-Rheinland-Verlag, 1991.

Schreyögg 1998

Schreyögg, G.: Organisation - Grundlagen moderner Organisationsgestaltung. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 1998.

Seibt 1997

Seibt, C. P.: Die neuen Nomaden: Beute! Heute!. Der Organisator (1997) 7-8, S. 8-12.

Servatius 1994

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

Spath u.a. 1998

Spath, D.; Matt, D.; Riedmiller, S.; Scharer, M.: Aufbruch zu neuen Märkten. ZWF-CIM 93 (1998) 1-2, S. 12-14.

Spath & Riedmiller 1996

Spath, D.; Riedmiller, S.: Produktionssystemplanung. In: Eversheim, W. (Hrsg.); Schuh, G. (Hrsg.): Betriebshütte Produktion und Management, 7. Auflage, Teil 1 und 2. Berlin: Springer, 1996, S. 10-1 – 10-9.

Specht u.a. 1998

Specht, D.; Heina, J.; Metzdorf, D.: Autonome flexible Fertigungs-segmente – Ein Kennzahlensystem zur Effizienzbewertung. ZWF-CIM 93 (1998) 5, S. 196–199.

Steinle 1978

Steinle, H.: Die Umstellung der Fließfertigung auf Einzel- oder Gruppenfertigung : Ursachen, Durchführung u. Ergebnisse ; dargest. anhand e. empirischen Untersuchung in d. Bundesrepublik Deutschland. Berlin: Dissertation Univ., 1978.

Taylor 1977

Taylor, F.W.: Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung (The principles of scientific management), Neu herausgegeben und eingel. von W. Volpert u. R. Vahrenkamp, Nachdr. d. autoris. Ausgabe von 1913, R. Oldenbourg Verlag, Weinheim; 1.Aufl. Basel: Beitz 1977.

Tönshoff & Glöckner 1994

Tönshoff, H. K.; Glöckner, M.: Logische Fertigungsinseln - Ein alternatives Konzept für Einzel- und Kleinserienfertiger. ZWF-CIM 89 (1994) 12, S. 607-609.

Tönshoff u.a. 1995

Tönshoff, H. K; Rotzoll, M. A.; Verweij, M. J.; Schröder, A.: Benchmarking von Fertigungsstrukturen. ZWF-CIM 90 (1995) 11, S. 548–550.

Tushman & O'Reilly 1998

Tushman, M. L.; O'Reilly, C .A.: Unternehmen müssen auch den sprunghaften Wandel meistern. Harvard Business Manager (1998) 1, S. 30-44.

Uhlmann & Schröder 1998

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

Versteegen 1997

Versteegen, G.: Mit Change Management den Wandel im Griff. NT Journal 6 (1997), S. 40-41.

Wahren 1994

Wahren, H.-K. E.: Gruppen- und Teamarbeit in Unternehmen. Berlin: de Gruyter, 1994.

Warnecke 1992

Warnecke, H.-J.: Die fraktale Fabrik - Revolution der Unternehmenskultur. Berlin: Springer, 1992.

Warnecke 1995

Warnecke, H.-J.: Aufbruch zum Fraktalen Unternehmen - Praxisbeispiele für neues Denken und Handeln. Berlin: Springer, 1995.

Westkämper 1999a

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

Westkämper 1999b

Westkämper, E.: Zukunftsweisende Fabrikstrukturen. wt Werkstatttechnik 89 (1999) 12, S. 1.

Wiendahl 1989

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

Wiendahl 1991

Wiendahl, H.-P.: Analyse und Neuordnung der Fabrik. Berlin: Springer, 1991.

Wildemann 1990

Wildemann, H.: Fabrikplanung. Neue Wege - aufgezeichnet von Experten aus Wissenschaft und Praxis. Frankfurt: Frankfurter-Allgemeine, 1989.

Wildemann 1993

Wildemann, H.: Fertigungsstrategien. München: TCW-Transfer-Centrum GmbH, 1993.

Wildemann 1994

Wildemann, H.: Die modulare Fabrik. 4. Aufl. München: TCW-Transfer-Centrum GmbH, 1994.

Wildemann 1997

Wildemann, H.: Fertigungsstrategien - Reorganisationskonzepte für eine schlanke Produktion und Zulieferung. 3. Aufl. München: TCW-Transfer-Centrum GmbH, 1997.

Wilhelm 1996

Wilhelm, S.: Hierarchische Produktionssteuerung vernetzter Produktionssysteme. Europäische Hochschulschriften. Frankfurt/Main: Peter Lang, 1996.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Reorganisationsbedürfnis der deutschen Unternehmen (IMK 1997, S. 11)	4
Abbildung 1-2: Stückzahlflexibilität dargestellt in Dimension und Korridor (Reinhart u.a. 1999)	7
Abbildung 1-3: Definition der Wandlungsfähigkeit – Reaktionsfähigkeit – Flexibilität (Reinhart u.a. 1999)	8
Abbildung 1-4: Einsatzzeignung verschiedener Fertigungsprinzipien (vgl. Kettner 1984, S. 222; Dolezalek 1973, S. 141)	9
Abbildung 1-5: Aufbau der Arbeit	10
Abbildung 2-1: Differenzierung oder Integration in der Organisationsplanung	15
Abbildung 2-2: Kostenbedeutung der Strukturplanung (Eversheim 1989, S. 17)	17
Abbildung 2-3: Einordnung der Fertigungsstrukturierung in die Fabrikplanung	19
Abbildung 3-1: Differenzierung als Grundprinzip der Werkstattfertigung	22
Abbildung 3-2: Vor- und Nachteile der Werkstattfertigung	24
Abbildung 3-3: Funktions- oder Produktorientierung	25
Abbildung 3-4: Einordnung der Organisationskonzepte (REFA 1995, S. 231)	26
Abbildung 3-5: Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen FFS und Fertigungsinsel (AWF 1990, S. 44)	30
Abbildung 3-6: Wesentliche Vor- und Nachteile der Fertigungsinseln	31
Abbildung 3-7: Wesentliche Vor- und Nachteile der logischen Fertigungsinsel vom Typ I	33
Abbildung 3-8: Wesentliche Vor- und Nachteile der logischen (virtuellen) Fertigungsinsel vom Typ II .	34
Abbildung 3-9: Wesentliche Vor- und Nachteile der Segmente und Fraktale	36
Abbildung 3-10: Wesentliche Vor- und Nachteile hybrider Strukturen	38
Abbildung 3-11: Beispiele zur Berechnung von κ (vgl. Dolezalek 1973, S. 154)	43
Abbildung 3-12: Fertigungsstrukturen in Abhängigkeit von κ (Dolezalek 1973, S. 154)	44
Abbildung 3-13: Gesamtkosten aus Autonomie und Koordinationskosten (vgl. Wildemann 1997, S. 234)	45
Abbildung 3-14: Prinzipieller Zusammenhang zwischen Kostenstruktur und Fertigungstiefe (Melchert 1992, S. 7)	51
Abbildung 3-15: Veränderungsdynamik verschiedener Reengineering-Konzepte (Servatius 1994, S. 12)	56

Abbildung 3-16: Bewertung vorliegender Strukturkonzepte für die Klein- und Mittelserienfertigung	63
Abbildung 4-1: Formen der Kernmaschinen	73
Abbildung 4-2: Bedingungen der Kerninseln und Dienstleister	74
Abbildung 4-3: Formen der Dienstleister	77
Abbildung 4-4: Bewertung von Entscheidungshilfsmitteln (vgl. Daenzer 1989)	88
Abbildung 4-5: Polaritätsprofil in Polarkoordinaten (vgl. Daenzer 1989, S. 242)	89
Abbildung 4-6: Planungsoktogonal mit der Darstellung der Gewichtung eines Kriteriums	91
Abbildung 4-7: Beispiel eines Planungsoktogons für den Typ II der Dienstleister (Dienstleister ohne Personal - Maschinenpark)	92
Abbildung 4-8: Planungsoktogonal für den Typ II der Kernmaschine - Kernmaschine mit örtlicher Integration	93
Abbildung 4-9: Abweichung eines Planungsoktogons von einem Standardtyp	94
Abbildung 4-10: Berechnungssituation für Kerninseltypen	95
Abbildung 4-11: Berechnung der Abweichungsfläche	96
Abbildung 4-12: Berechnung der Einzeldreiecke	97
Abbildung 4-13: Berechnungssituation für Dienstleistertypen	98
Abbildung 4-14: Erstmaßnahmen bei geringer Abweichung	100
Abbildung 4-15: Nachrangige Maßnahmen bei großer Abweichung zu den Standardtypen	101
Abbildung 4-16: Graphik der Zeitraster tafel	108
Abbildung 5-1: Bewertung der Richtpressen anhand eines Planungsoktogons	116
Abbildung 5-2: Beispiel Dienstleister ohne Personal (Maschinenpark)	117
Abbildung 5-3: Beispiel Richtpressen im Standardoktogonal Dienstleister ohne Personal	118
Abbildung 5-4: Prozeßdiagramm der Fertigung	122
Abbildung 5-5: Veränderung der DLZ der Produkte durch die Steuerung mittels Terminraasterung	126
Abbildung 6-1: Allg. Zielkriterien für die Produktion	128
Abbildung 6-2: Fertigungskosten und Durchlaufzeitanteile im Maschinenbau (Eversheim 1989)	132
Abbildung 6-3: Allg. Trends der Zielkriterien durch die Einführung von produktorientierten Fertigungsstrukturen im Vergleich zu funktionsorientierten Strukturen	133
Abbildung 6-4: Allg. Trends der Zielkriterien im Vergleich zwischen reiner Funktionsorientierung, reiner Produktorientierung sowie des Kerninsel-Dienstleisterkonzeptes	136

