

Nr. 61

**A.-W. Scheer,
G. Keller, R. Bartels**

**Organisatorische Konsequenzen des
Einsatzes von Computer Aided
Design (CAD) im Rahmen von CIM**

Januar 1989

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Ausgangssituation	1
2	Konsequenzen des CAD-Einsatzes auf den Konstruktionsbereich	4
3	Das Einflußfaktorenmodell zur Bestimmung einer CIM-orientierten Aufbauorganisation	8
3.1	Das Merkmal "Erzeugnisgeometrie"	10
3.2	Das Merkmal "Kongruenz der Erzeugnisstruktur"	11
3.3	Das Merkmal "Erzeugnisstandardisierung"	12
3.4	Das Merkmal "Fertigungsart"	13
3.5	Das Merkmal "Fertigungsstruktur"	14
3.6	Das Merkmal "Fertigungsorganisation"	15
3.7	Das Merkmal "Art der Auftragserteilung"	16
3.8	Das Merkmal "Beschaffungsart"	17
4	Der Einfluß einzelner Merkmale auf die Unternehmensorganisation	18
4.1	Die abhängigen Merkmale und ihre Auswirkungen auf die Unternehmensorganisation	18
4.1.1	Grundtyp I: Die Dominanz des Konstruktionsbereiches	20
4.1.2	Grundtyp II: Die Dominanz des Vertriebsbereiches	23
4.1.3	Grundtyp III: Die Dominanz des Fertigungsbereiches	27

	Seite	
4.2	Die unabhängigen Merkmale und ihre Auswirkungen auf die Unternehmensorganisation	30
4.2.1	Die Auswirkungen des Merkmals "Erzeugnisgeometrie" auf die Unternehmensorganisation	30
4.2.2	Die Auswirkungen des Merkmals "Kongruenz der Erzeugnisstruktur" auf die Unternehmensorganisation	34
4.2.3	Die Auswirkungen des Merkmals "Fertigungsstruktur" auf die Unternehmensorganisation	37
4.2.4	Die Auswirkungen des Merkmals "Beschaffungsart" auf die Unternehmensorganisation	41
	Abbildungsverzeichnis	44
	Literaturverzeichnis	45

1 Ausgangssituation

CIM bezeichnet die integrierte Informationsverarbeitung für betriebswirtschaftliche und technische Aufgaben eines Industriebetriebs. Ziel ist es, die zwei relativ unabhängig voneinander entwickelten technisch- und betriebswirtschaftlich-orientierten EDV-Systeme sowohl technisch als auch informationsorganisatorisch in einem Gesamtkonzept zu integrieren. Die Realisierung dieser Integration ist eine Herausforderung für die Hardware- und Softwarehersteller, ihre bislang isolierten Systeme miteinander zu verbinden. Gleichzeitig stellt die Verwirklichung des CIM-Konzeptes hohe Ansprüche an die Bereitschaft der Unternehmen, sich auch organisatorisch den Integrationsforderungen zu stellen (vgl. Scheer 1988a, S. 3 - 6).

Eine wichtige Komponente eines CIM-Konzeptes ist die Integration des computerunterstützten Konstruierens. Nachdem in den vergangenen Jahren auf dem Gebiet der Fertigung rationalisiert wurde, bemühen sich die Industrieunternehmungen seit einiger Zeit auch darum, den Entwicklungs- und Konstruktionsprozeß durch den Einsatz geeigneter EDV-Systeme zu unterstützen. Ein wesentliches Unterstützungsinstrument bei der Erfüllung von Konstruktionstätigkeiten ist der Einsatz der CAD-Technologie. Diese Technologie hat infolge der raschen Entwicklung in den letzten Jahren einen Stand erreicht, der eine breite Anwendung in den Konstruktionsbüros erlaubt.

Während viele Unternehmen in der Vergangenheit CAD-Systeme zur Rationalisierung des Zeichnungsprozesses eingeführt haben, wird zukünftig das Entscheidungskriterium für die Wahl eines bestimmten CAD-Systems seine Integrations- und Kommunikationsfähigkeit zu anderen EDV-Systemen sein. Denn dadurch ergeben sich datentechnische Beziehungen und Verflechtungen, die nur bei optimaler Gestaltung der Organisationsstruktur effektiv genutzt werden können. Somit wird durch die Einführung eines CAD-Systems nicht nur die Organisation des Konstruktionsberei-

ches, sondern durch seine weitreichenden Wirkungen auch die Gestaltung des gesamten Unternehmens in Frage gestellt. Im Hinblick auf CIM ist der Einsatz eines CAD-Systems als Basiselement für eine durchgehende Informations-, Daten- und Produktionsflußgestaltung zu sehen.

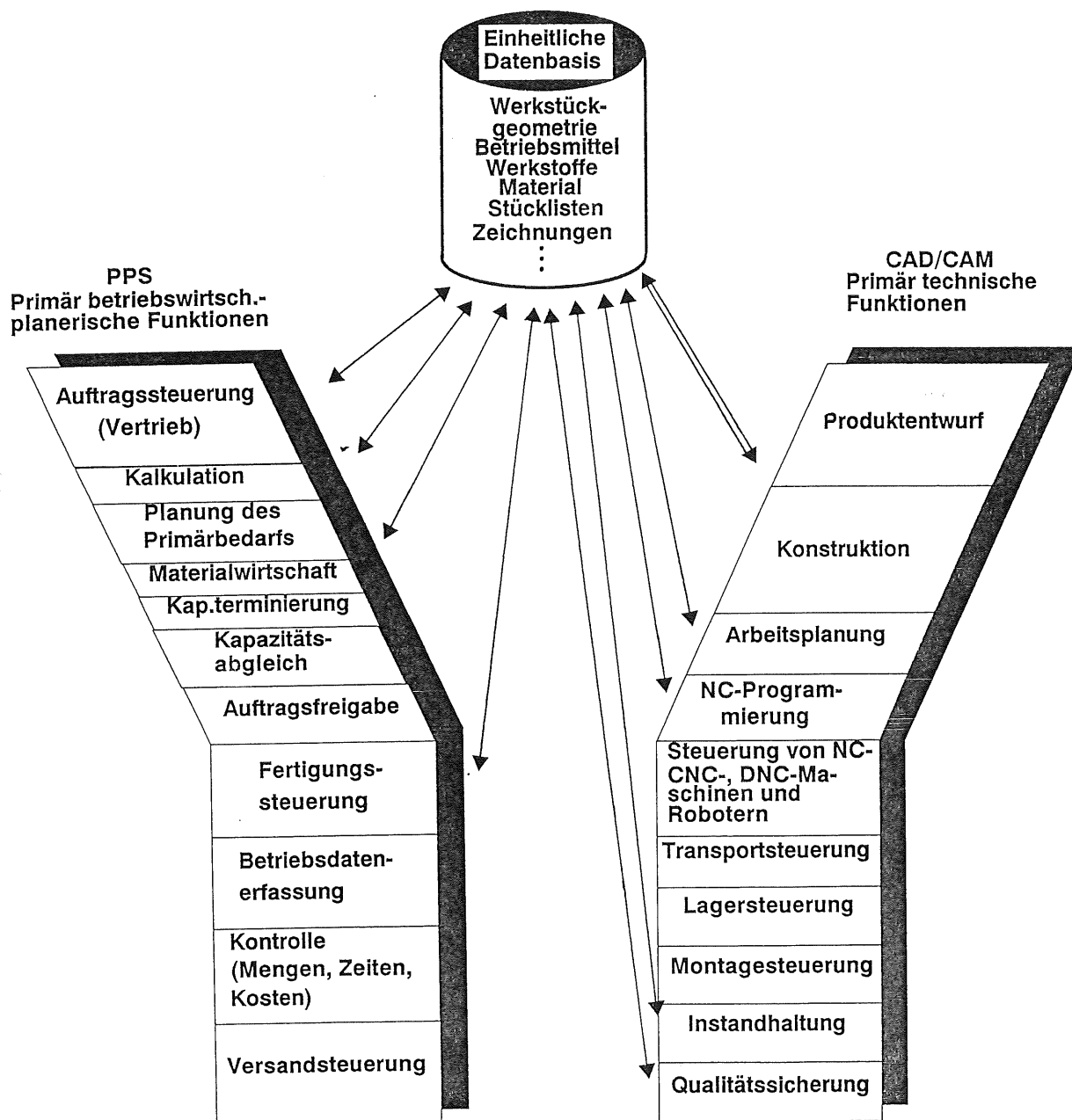


Abb. 1: Nutzung von in der Konstruktion erstellten Daten durch andere Funktionsbereiche

Die wesentliche Bedeutung des Bereichs Entwicklung und Konstruktion resultiert aus seiner Stellung am Anfang des Produktentstehungsprozesses. Die Entscheidungen, die hier gefällt werden, haben gravierenden Einfluß auf die nachgelagerten Bereiche. Deshalb ist darauf zu achten, daß es bei Einführung von CAD-Systemen nicht zur Bildung von Insellösungen im Unternehmen kommt. Dazu muß eine genaue Analyse der betrieblichen Situation erfolgen. Das Unternehmen sollte vor der ersten Einführung von Teilkomponenten das gesamte CIM-Konzept erarbeitet haben und sich darüber bewußt sein, wie einzelne Komponenten in das informationstechnische Gesamtkonzept integriert werden sollen.

Die effektive Nutzung eines CAD-Systems in einem CIM-Konzept erfordert die Anpassung der arbeitsteilig gegliederten Organisationsstruktur an die neuen Gegebenheiten. Da von den CAD-Anbietern nur unzureichende organisatorische Hilfestellungen im Hinblick auf CIM gegeben werden, sind viele Anwender bei Einführung und organisatorischer Einbettung solcher Systeme in ein Gesamtkonzept überfordert. Sehr oft werden deshalb CAD-Systeme anhand ihrer Leistungsfähigkeit bei der Zeichenerstellung beurteilt, die Kommunikations- und die Integrationsfähigkeit in bestehende EDV-Systeme und in die Organisation des Unternehmens wird dagegen kaum berücksichtigt. Da der optimale Einsatz von CAD in CIM-Systemen aber nicht nur von den technischen Gegebenheiten, sondern vor allem von den organisatorischen Gestaltungsmaßnahmen im Unternehmen, der Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens, bestimmt wird, hat hier jedes Unternehmen Freiräume, die es effizient zu nutzen gilt. Insbesondere die informationsorganisatorische Gestaltungskomponente wird von Unternehmen aber selten erkannt und nur unzureichend genutzt.

Der Einsatz von CAD hat Auswirkungen auf zwei Betrachtungsebenen: zum einen auf die Konstruktion als Funktionsbereich und zum anderen auf das gesamte Unternehmen. Diese Arbeit hat nicht einzelne Abteilungen zum Gegenstand, sondern das Gesamt-

unternehmen mit seinen innerbetrieblichen Interdependenzen und Beziehungen. Um jedoch die gesamte Tragweite des CAD-Einsatzes sichtbar zu machen, ist es wichtig, auch die Konsequenzen von CAD auf den Konstruktionsbereich darzustellen, auf die in Kapitel 2 kurz eingegangen wird.

In Kapitel 3 wird ein theoretisch entwickeltes Einflußfaktorenmodell, bestehend aus acht Merkmalen, zur Bestimmung der Aufbauorganisation in Industrieunternehmen und als Unterstützungsinstrument zur CIM-gerechten Gestaltung der Aufbauorganisation vorgestellt. Mit dessen Hilfe lassen sich wesentliche Aussagen über die Gestaltung von Unternehmensorganisationen treffen. Ausgehend von den Ausprägungen einzelner Merkmale werden organisatorische Gestaltungsempfehlungen für Unternehmen getroffen, wobei die organisatorische Stellung des Konstruktionsbereiches zu anderen Funktionsbereichen und deren Unterstützungsmöglichkeit durch CAD eine zentrale Rolle spielen.

2 Konsequenzen des CAD-Einsatzes auf den Konstruktionsbereich

Grundsätzlich können im Konstruktionsbereich zwei Arten von Tätigkeiten unterschieden werden: intuitive Tätigkeiten, die Kreativität voraussetzen und algorithmierbare Tätigkeiten, das eigentliche Potential für den EDV-Einsatz. Der Anteil der EDV-geeigneten Tätigkeiten beträgt etwa 70 % (vgl. Klein 1986, S. 345). Der konstruktive Inhalt der Konstruktionstätigkeiten wird durch die CAD-Technik nicht zwingend beeinflusst, der Einfluß auf Routinetätigkeiten ist dagegen gravierend. Die konventionelle Arbeitsweise läßt sich nicht ohne weiteres auf das rechnergestützte Konstruieren übertragen, denn bestimmte Teilprozesse werden mit Hilfe von CAD automatisch bearbeitet, wie z. B. Bemaßen und Schraffieren. Diese manuellen Tätigkeiten

werden auf CAD-Systeme verlagert, so daß bisherige Arbeitsinhalte verschwinden. Die klassischen Aufgaben von technischen Zeichnern - die Ausführung zeichnerischer Routinetätigkeiten - werden mehr und mehr von CAD-Systemen übernommen. Für sie besteht also die Notwendigkeit, sich weiter zu qualifizieren, z. B. als Detailkonstrukteur. Andererseits bedeutet diese Automatisierung von Routinetätigkeiten eine Erweiterung der Arbeitsinhalte. Teilaufgaben, die bisher von mehreren Personen bearbeitet wurden, werden in eine Gesamtaufgabe reintegriert. Existieren beispielsweise Schnittstellen zur Fertigung, reicht der Zugriff auf Informationen unmittelbar bis in die Fertigungssteuerung und die Fertigung selbst. Dadurch kann der Konstrukteur die fertigungstechnischen Gegebenheiten in seine Überlegungen miteinbeziehen (vgl. Zimmer 1986, S. 39). Diese Erweiterung der Arbeitsinhalte hat Veränderungen des Anforderungsprofils der Konstrukteure zur Folge. Neben dem allgemeinen Konstruktions-Know-how benötigen sie nun auch Kenntnisse über CAD-Funktionen zur Beschreibung von Objekten und technisches Verständnis über den Sinn und Zweck der verschiedenen Objektdarstellungen (vgl. Senbert 1985, S. 15).

Bei CAD-Systemen handelt es sich um Arbeitsmittel, die konventionelle Werkzeuge der Konstruktion sowohl ergänzen als auch vollständig ersetzen. Wird z. B. ein Einzelteil konstruiert, das Bestandteil eines komplexen Produktes ist, bietet das CAD-System eine ergänzende Unterstützung in Form einer Einbauuntersuchung. Eine Tätigkeit, die ersetzt wird, ist - wie bereits genannt - das Schraffieren von Flächen. Die Änderung des Arbeitsmittels bedingt eine Veränderung in der Arbeitsweise des Konstrukteurs. Die Konstruktionsarbeit wandert vom Zeichenbrett an den Bildschirm, d. h. das zukünftige Arbeitsfeld des Konstrukteurs wird von CAD-Arbeitsplatz, Bildschirm und Terminal geprägt sein. Am Zeichenbrett operiert der Konstrukteur mit Hilfsmitteln wie Bleistift, Radiergummi, Lineal und Schablone. Konstruktionselemente sind dabei Punkt, Kreis und Strecke, die der Konstrukteur zu einer technischen Zeichnung zusammenfügt. Er geht in einer individuellen, auf Erfahrung

beruhenden Reihenfolge vor und orientiert sich an den Regeln des technischen Zeichnens. Sein Vorgehen ist geprägt von hoher Individualität und Flexibilität. Der unmittelbare Umgang mit Bleistift und Lineal wandelt sich beim rechnergestützten Konstruieren in eine "Bedienung" materieller (CAD-Hardware) und "Nutzung" immaterieller (CAD-Software) Hilfsmittel (vgl. Bodur u. a. 1986, S. 414).

Das rechnergestützte Konstruieren wird durch die Logik und die Leistungsfähigkeit des CAD-Systems geprägt. Die vom System angebotenen Geometrieelemente und Operationen werden in einer bestimmten Reihenfolge und durch Einhalten fester Prozeduren für die Zeichnungserstellung herangezogen. Der Konstrukteur muß sein Handeln und sein Erfahrungswissen den vom System vorgegebenen Möglichkeiten anpassen; beispielsweise muß er, um eine Fläche schraffieren zu können, die Flächenkontur bereits vollständig beschrieben haben. Mit CAD hat er die Möglichkeit, konstruktive Gedanken direkt als Modell darzustellen und dieses rechnerinterne Modell als kompakte Informationseinheit zu archivieren. Direkt am Bildschirm lassen sich Berechnungen, Optimierungen und Simulationen durchführen. Solche Aufgaben sind mit manuellen Hilfsmitteln kaum zu bewältigen, neue CAD-spezifische Arbeitsmöglichkeiten entstehen.

Eine Übersicht über die Veränderungen im Arbeitsvollzug am CAD-System gibt Abbildung 2.

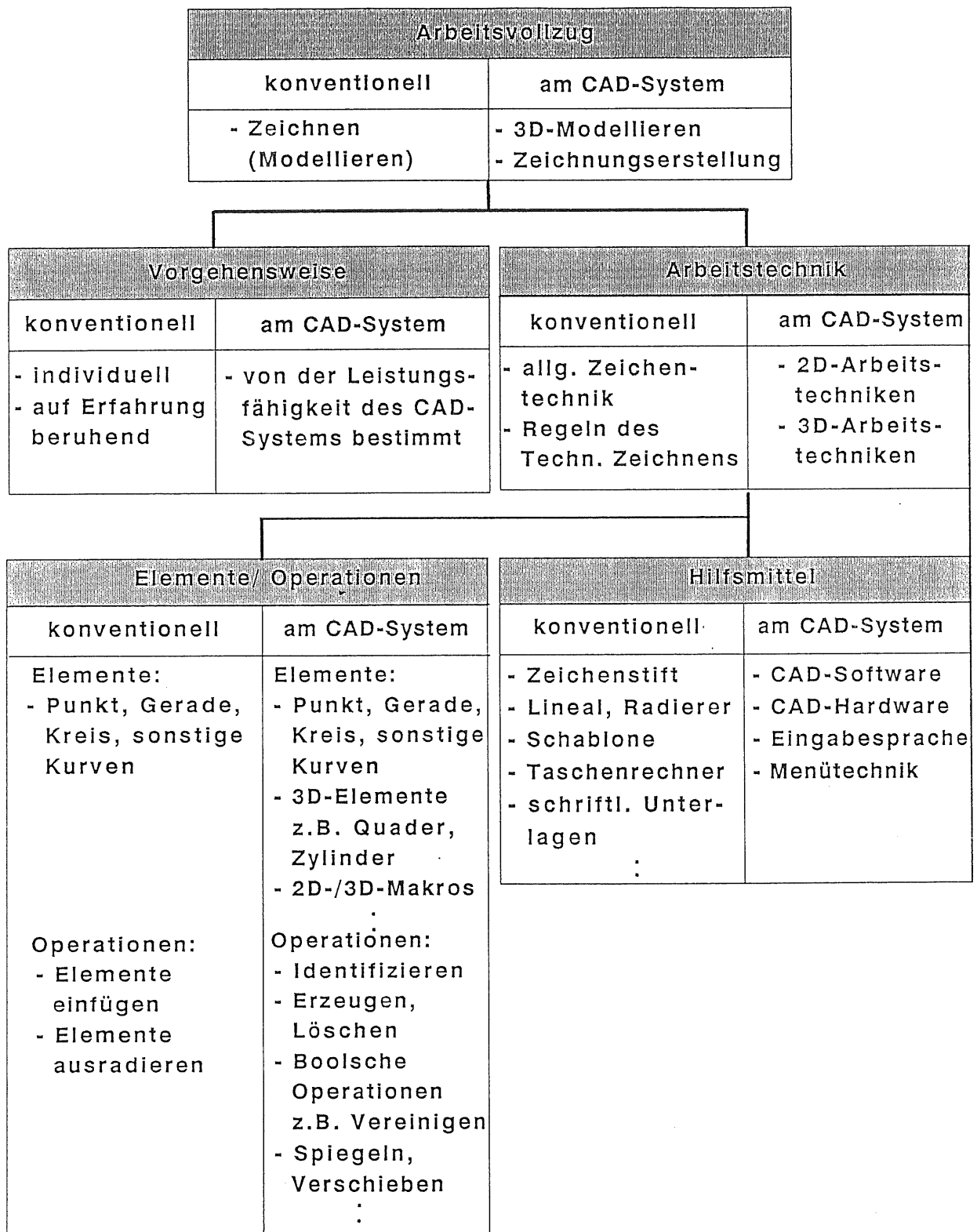


Abb. 2: Veränderungen im Arbeitsvollzug am CAD-System
(nach Bodur u. a. 1986, S. 415)

Für die Organisation von CAD-Arbeitsplätzen im Konstruktionsbereich gibt es unterschiedliche Konzeptionen. Bei einer zentralen Aufstellung werden die CAD-Arbeitsplätze in gesonderten Räumen zusammengefaßt. Diesem Poolkonzept steht die dezentrale Lösung gegenüber, bei der der einzelne Arbeitsplatz der jeweiligen Konstruktionsgruppe zugeordnet wird. Zu Beginn der CAD-Einführung existieren meist nur wenige Workstations, die jedoch optimal ausgelastet werden sollen. Dafür bietet sich die Poollösung an, denn die hier benötigte Einsatzplanung gewährleistet einen hohen Auslastungsgrad. Zusatzgeräte, wie Plotter, Hardcopygeräte etc., können kostengünstiger als bei einer dezentralen Organisationsform betrieben werden, da sie nur einmal zentral benötigt werden. Zudem wird durch die abteilungsübergreifende Zusammensetzung der Poolbenutzer ein Informationsaustausch ermöglicht, der sonst nicht stattfinden würde. Nachteilig ist, daß der Poolraum meist weit vom Brettarbeitsplatz des Konstrukteurs entfernt ist und eine gezieltere Arbeitsplanung notwendig wird. Der Arbeitsrhythmus des einzelnen Mitarbeiters muß aufgrund der Notwendigkeit eines Belegungsplanes mit anderen koordiniert werden. Wenn der CAD-Arbeitsplatz dezentral aufgestellt ist, kann vom eigenen Arbeitsplatz aus geprüft werden, ob er besetzt ist oder nicht. Die räumliche Nähe ermöglicht es, daß Kollegen bei konstruktiven Problemen direkt befragt werden können (vgl. Frieling u. a. 1987, S. 143 - 145). Nachdem in diesem Kapitel die Konsequenzen des CAD-Einsatzes auf den Konstruktionsbereich dargestellt wurden, wird im folgenden das Gesamtunternehmen Gegenstand der Betrachtung sein.

3 Das Einflußfaktorenmodell zur Bestimmung einer CIM-orientierten Aufbauorganisation

Die Vielzahl der die Unternehmensorganisation beeinflussenden Faktoren muß, um die Komplexität der Wirkungszusammenhänge zu

vermindern, auf ein Mindestmaß beschränkt werden, das ausreicht, die betrieblichen Gegebenheiten hinreichend genau und dennoch vereinfacht modellhaft abzubilden. In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Merkmale dargestellt (in Anlehnung an Schomburg 1980).

Merkmal	Merkmalsausprägung		
Erzeugnisgeometrie	Erzeugnisse mit einfacher Kontur	Erzeugnisse mit komplexer Kontur	X
Kongruenz der Erzeugnisstruktur	totale Kongruenz zwischen konstruktions- und fertigungsorientierter Erzeugnisstruktur	additive Kongruenz zwischen konstruktions- und fertigungsorientierter Erzeugnisstruktur	keine Kongruenz zwischen konstruktions- und fertigungsorientierter Erzeugnisstruktur
Erzeugnisstandardisierung	nicht-standardisierte Erzeugnisse	teil-standardisierte Erzeugnisse	standardisierte Erzeugnisse
Fertigungsart	Einzel-fertigung	Serien-fertigung	Massen-fertigung
Fertigungsstruktur	Fertigung mit geringer Tiefe	Fertigung mit mittlerer Tiefe	Fertigung mit großer Tiefe
Fertigungsorganisation	Werkstatt-fertigung	Fertigungsinsel/Gruppenfertigung	Fließ-fertigung
Art der Auftragserteilung	Produktion auf Bestellung	Mischform	Produktion für den anonymen Markt
Beschaffungsart	Fremdbezug in geringem Umfang	Fremdbezug in mittlerem Umfang	Fremdbezug in großem Umfang

Abb. 3: Strategische Einflußfaktoren zur Typisierung einer Unternehmensorganisation

Die Ausprägungen der ersten drei Merkmale werden überwiegend von den durch das Produkt festgelegten Eigenschaften determiniert und haben in erster Linie Auswirkungen auf Umfang und Gestaltung des Funktionsbereiches Konstruktion.

Bei den übrigen Merkmalen werden die Gestaltungsanforderungen nicht nur durch das Produkt, sondern auch durch die vorhandene Technologie bzw. bei den beiden letztgenannten Merkmalen durch die Stellung des Unternehmens gegenüber den Zuliefer- und Abnehmermärkten bestimmt. Diese Anforderungen haben keine direkten Konsequenzen auf den Umfang der Konstruktion, jedoch üben die den einzelnen Ausprägungen zugrundeliegenden Sachverhalte einen gewichtigen Einfluß auf die Stellung der Konstruktion gegenüber den anderen Unternehmensbereichen aus.

Die Merkmale, die ein Produkt wesentlich charakterisieren, sind Erzeugnisgeometrie, Erzeugnisstruktur und Erzeugnisstandardisierung.

3.1 Das Merkmal "Erzeugnisgeometrie"

Das Merkmal "Erzeugnisgeometrie" beschreibt den konstruktionsbedingten Aufbau der Erzeugnisse. Wesentliche Kriterien sind dabei Dimensionalität und Symmetrie. Zur Beschreibung der Auswirkungen im Hinblick auf einen CAD-Einsatz lassen sich zwei Merkmalsausprägungen differenzieren:

1. Erzeugnisse mit einfacher Kontur,
2. Erzeugnisse mit komplexer Kontur.

Unter Erzeugnissen mit einfacher Kontur werden Produkte verstanden, zu deren Beschreibung eine Zeichnungsansicht ausreicht. Zur vollständigen Beschreibung werden neben einer Ansicht, in der sowohl die äußere Form als auch mögliche Durch-

brüche sichtbar sind, nur noch Angaben über die Dicke des Bauteils benötigt. Demgegenüber sind zur vollständigen Beschreibung von Erzeugnissen mit komplexer Kontur mindestens zwei Ansichten notwendig.

3.2 Das Merkmal "Kongruenz der Erzeugnisstruktur"

Die Erzeugnisstruktur beschreibt den Aufbau des Enderzeugnisses aus untergeordneten Komponenten. Die Erzeugnisstruktur findet in der zu verwaltenden Datenmenge ihren Ausdruck und hat damit sowohl auf die Einsatzmöglichkeiten eines CAD-Systems als auch über das Verknüpfungselement Stückliste gravierende Auswirkungen auf die Gestaltung der Beziehung zwischen CAD- und PPS-System. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang die Überprüfung der Identität zwischen konstruktions- und fertigungsorientierter Erzeugnisstruktur. Die konstruktionsorientierte Erzeugnisstruktur beinhaltet die Zusammensetzung des Endproduktes aus Baugruppen und Einzelteilen aus Konstruktionssicht. Die fertigungsorientierte Erzeugnisstruktur beschreibt die Zusammensetzung des Endproduktes aus der Sicht der Fertigung und findet ihren Ausdruck in den Fertigungszeichnungen. Orientiert an diesen beiden Kriterien läßt sich folgende Einteilung vornehmen:

1. totale Kongruenz zwischen konstruktionsorientierter und fertigungsorientierter Erzeugnisstruktur,
2. additive Kongruenz zwischen konstruktionsorientierter und fertigungsorientierter Erzeugnisstruktur,
3. keine Kongruenz zwischen konstruktionsorientierter und fertigungsorientierter Erzeugnisstruktur.

Totale Kongruenz liegt vor, wenn Konstruktions- und Fertigungszeichnung identisch sind. In der Regel ist dieser Sachverhalt bei Erzeugnissen mit einfacher Struktur gegeben. Addi-

tive Kongruenz bedeutet, daß die Konstruktionszeichnung in mehrere Fertigungszeichnungen ohne komplizierte Umwandlungsalgorithmen zerlegt werden kann. Bei der dritten Merkmalsausprägung sind Konstruktions- und die Fertigungslogik voneinander verschieden. Hier müssen die Daten aus der Konstruktionszeichnung mittels geeigneter Umwandlungsalgorithmen in fertigungsgerechte Daten überführt werden.

3.3 Das Merkmal "Erzeugnisstandardisierung"

Das Merkmal "Erzeugnisstandardisierung" drückt den Standardisierungsgrad der Erzeugniskonstruktion aus. Drei Merkmalsausprägungen lassen sich unterscheiden:

1. nichtstandardisierte Erzeugnisse,
2. teilstandardisierte Erzeugnisse,
3. standardisierte Erzeugnisse.

Bei der Fertigung von nichtstandardisierten Erzeugnissen werden die Produkte überwiegend nach speziellen Wünschen und Vorgaben des Kunden gefertigt. Dadurch entspricht jede Konstruktion im Prinzip einer Neukonstruktion, und dem Standardisierungsgrad der einzelnen Erzeugniskomponenten sind restriktive Grenzen gesetzt. Jeder eingehende Kundenauftrag benötigt eine sehr hohe Beteiligung der verschiedenen Funktionsbereiche Konstruktion, Fertigungsplanung, Musterbau, Versuch, Qualitätsprüfung etc. und beansprucht hier schon den überwiegenden Teil der Auftragsabwicklungszeit. Dies bedingt eine enge Zusammenarbeit zwischen der Konstruktionsabteilung und dem Kunden.

Bei der Merkmalsausprägung "teilstandardisierte Erzeugnisse" ist das Unternehmen in der Lage, untergeordnete Komponenten eines Enderzeugnisses zu standardisieren. Aufbauend auf den in der Konstruktionsabteilung erstellten Unterlagen von anderen

Aufträgen können die Anforderungen des Kunden erfüllt werden. Der kundenspezifische Einfluß auf das zu fertigende Enderzeugnis ist jedoch so groß, daß sich hier ein erheblicher Aufwand in der Zusammenarbeit der oben genannten Funktionsbereiche ergibt. Die Tätigkeiten, die die Konstruktion dabei durchführt, entsprechen denen einer Anpassungskonstruktion.

Bei der Ausprägung "standardisierte Erzeugnisse" hat der einzelne Kunde keinerlei Einfluß auf das zu konstruierende und zu fertigende Erzeugnis. Das Unternehmen bestimmt die Anforderungen des Produktes autonom, wobei es sich an den Bedürfnissen des Marktes orientiert. Das Unternehmen kann auf seine standardisierten Konstruktions- und Fertigungsunterlagen bei Einsatz geeigneter EDV-Systeme schnell zugreifen. Bei einer Auftragserteilung durch den Kunden entstehen somit in der Regel für die Konstruktionsabteilung keine konstruktiven Arbeiten.

3.4 Das Merkmal "Fertigungsart"

Das Merkmal "Fertigungsart" beschreibt die Häufigkeit der Leistungswiederholung im Produktionsprozeß. Es werden folgende drei Ausprägungen unterschieden:

1. Einzelfertigung,
2. Serienfertigung,
3. Massenfertigung.

Einzelfertigung liegt vor, wenn das Erzeugnis nur einmal und nach kundenspezifischen Vorgaben gefertigt wird. Eine Einzelfertigung wird zwangsläufig immer nur nach Erteilung eines Kundenauftrages durchgeführt. Im Falle der Serienfertigung werden mehrere Stücke eines Produktes gefertigt. Die Massenfertigung kann im Prinzip als Extremfall der Serienfertigung angesehen werden. Massenfertigung liegt vor, wenn von einem

Produkt unendlich viele Stücke produziert werden. Zwischen den beiden Klassen (Groß-)Serien- und Massenfertigung gibt es in der Literatur keine eindeutigen quantitativen Abgrenzungen.

3.5 Das Merkmal "Fertigungsstruktur"

Das Merkmal "Fertigungsstruktur" beschreibt die Tiefe der Fertigung. Die Fertigungsstruktur orientiert sich nicht wie die Erzeugnisstruktur am Produktbaum sondern an dem Fertigungsprozeß. Die Fertigungsstruktur wird durch die Anzahl der Fertigungsstufen (Maschinenbelegungen) und durch die Anzahl der Arbeitsgänge pro Fertigungsauftrag bestimmt. Die Anzahl der Maschinenbelegungen gibt an, wieviele Maschinen ein Werkstück zu seiner Fertigbearbeitung ansteuert. Die Anzahl der Arbeitsgänge gibt an, wieviele Arbeitsschritte insgesamt zur Erstellung des Erzeugnisses notwendig sind. Folgende Ausprägungen werden unterschieden:

1. Fertigung mit geringer Tiefe,
2. Fertigung mit mittlerer Tiefe,
3. Fertigung mit großer Tiefe.

Fertigung mit geringer Tiefe besteht bei einer einstufigen Fertigung mit einer geringen Anzahl von Arbeitsgängen. Der Ausprägung "Fertigung mit mittlerer Tiefe" liegt der Sachverhalt einer Fertigung mit wenigen Stufen und einer mittleren Anzahl von Arbeitsgängen zugrunde. Unter der Ausprägung "Fertigung mit großer Tiefe" wird eine Fertigung mit vielen Stufen und sehr vielen Arbeitsgängen bei Erstellung des Produktes verstanden.

3.6 Das Merkmal "Fertigungsorganisation"

Das Merkmal "Fertigungsorganisation" beschreibt die Formen der räumlichen und zeitlichen Zusammenfassung von Arbeitskräften und Betriebsmitteln zu organisatorischen Einheiten im Produktionsprozeß (vgl. Kern 1984, Sp. 586 - 595 und Sp. 1392 - 1402). Durch sie wird die Abstimmung der Fertigungsmittel sowie deren Transportbeziehungen untereinander festgelegt (vgl. Schomburg 1980, S. 78). Im folgenden wird die Fertigungsorganisation unterschieden in eine Ausprägung, die verrichtungsorientiert (Werkstattfertigung), und zwei Ausprägungen, die objektorientiert sind. Es lassen sich folgende Abgrenzungen vornehmen:

1. Werkstattfertigung,
2. Fertigungsinsel/Gruppenfertigung,
3. Fließfertigung (Linien-/Reihenfertigung/Transferstraße).

Bei der Werkstattfertigung werden gleichartige Tätigkeiten (Verrichtungen, Funktionen, Arbeitsoperationen) nach dem Prinzip der Verrichtungszentralisation bei gleichzeitiger Dezentralisierung der Objekte zusammengefaßt. Dabei sind gleiche oder gleichartige Maschinen räumlich zu Gruppen zusammengefaßt, die miteinander locker verbunden sind. Kennzeichnend für diesen Organisationstyp ist die hohe Anpassungsfähigkeit der Produktion an unterschiedliche Kundenwünsche hinsichtlich Produktarten, Lieferzeiten und Produktmengen.

In einer Fertigungsinsel werden unterschiedliche Maschinen mit der Aufgabe einer vollständigen Fertigung von Produkten oder Produktteilen räumlich zusammengefaßt. Die Betriebsmittel sind hier wie bei der Merkmalsausprägung "Fließfertigung" nach dem Objektprinzip angeordnet. Allerdings ist hier im Vergleich zur Fließfertigung eine weitgehende Selbststeuerung der Arbeits- und Kooperationsprozesse, verbunden mit Planungs-, Entscheidungs- und Kontrollfunktionen innerhalb vorgegebener Rahmenbe-

dingungen, gegeben. Das Konzept der Fertigungsinseln basiert auf dem Prinzip der Gruppenfertigung. Mit Hilfe des Organisationstyps "Fertigungsinsel" ist den Unternehmen die Möglichkeit gegeben, auf veränderte Marktanforderungen, wie z.B.

- schnelle Reaktion auf Nachfrageänderungen,
 - zunehmende Produktkomplexität,
 - höhere Ansprüche an Produktqualität etc.
- effizienter zu reagieren.

Die dritte Merkmalsausprägung, die Fließfertigung, verbindet das Prinzip der Objektzentralisation mit einer Dezentralisierung von Verrichtungen. Charakteristisch für diesen Organisationstyp ist die fließende Abfolge der Produktbearbeitung in einer technologisch-wirtschaftlich bestimmten Reihenfolge. Dem Vorteil minimaler Gesamttransportwege steht im Vergleich zur Werkstattfertigung aber die Inflexibilität bezüglich Änderungen des Leistungsprogrammes gegenüber.

3.7 Das Merkmal "Art der Auftragserteilung"

Das Merkmal "Art der Auftragserteilung" beschreibt, in welcher Form die Auslösung der Produktion erfolgt. Es charakterisiert somit die Bindung des Unternehmens zum Absatzmarkt (vgl. Schomburg 1980, S. 48). Hier sind grundsätzlich drei Typen zu unterscheiden:

1. Produktion auf Bestellung,
2. Mischform,
3. Produktion für einen anonymen Markt.

Produktion auf Bestellung liegt vor, wenn die Produktion ausschließlich durch Kundenaufträge determiniert wird. Wenn das Unternehmen einen Teil seiner Erzeugnisse nicht nur nach dem Eingang von Aufträgen erzeugt, liegt eine Mischform vor. Bei

der Produktion für einen anonymen Markt werden die Erzeugnisse auf Lager produziert. Das Unternehmen legt aufgrund ermittelte Absatzprognosen autonom sein zu fertigendes Produktionsprogramm fest.

3.8 Das Merkmal "Beschaffungsart"

Das Merkmal "Beschaffungsart" beschreibt den Anteil fremdbezogener Teile zur Erstellung des Enderzeugnisses. Die Ausprägungen geben Aufschluß über den Umfang des Bestellwesens im Betrieb und bestimmen somit wesentlich die Beziehung des Unternehmens zu seinen Zulieferern. Wichtige Kriterien zur Beschreibung des Bestellwesenumfanges sind Menge und Wert der Zukaufteile. Die Beschaffungsart wird in folgende Ausprägungen unterteilt:

1. Fremdbezug in geringem Umfang,
2. Fremdbezug in mittlerem Umfang,
3. Fremdbezug in großem Umfang.

Fremdbezug in geringem Umfang liegt vor, wenn das Unternehmen einen wertmäßig geringen Teil, in der Regel das Rohmaterial, extern bezieht. Das bedeutet gleichzeitig, daß der größte Teil des Wertschöpfungsprozesses im eigenen Unternehmen stattfindet. Fremdbezug in mittlerem Umfang bedeutet, daß der mengen- und wertmäßige Anteil fremdbezogener Güter bereits von erheblicher Bedeutung ist. Der größte Teil der eigentlichen Produktbearbeitung wird intern vollzogen. Fremdbezug in großem Umfang liegt vor, wenn die mengen- und wertmäßige Bedeutung der gelieferten Güter hoch ist und der wesentliche Teil der Produktbearbeitung betriebsextern vollzogen wurde. Der Beitrag des eigenen Unternehmens bezieht sich lediglich auf reine Montagetätigkeiten.

4 Der Einfluß einzelner Merkmale auf die Unternehmensorganisation

4.1 Die abhängigen Merkmale und ihre Auswirkungen auf die Unternehmensorganisation

Zwischen den vier Merkmalen "Erzeugnisstandardisierung", "Art der Auftragserteilung", "Fertigungsart" und "Fertigungsorganisation" bestehen theoretisch ableitbare und empirisch zu beobachtende Abhängigkeiten. So ergibt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Merkmalsausprägungen "standardisierte Erzeugnisse", "Produktion für den anonymen Markt", "Massenfertigung" und "Fließfertigung". Ein Unternehmen dieser Art entspricht einem typischen Massenfertiger und wird im folgenden als Grundtyp III bezeichnet. Ein Gegenpol dazu ist der Einzelfertiger - Grundtyp I zeichnet sich durch "nichtstandardisierte Erzeugnisse", "Produktion auf Bestellung" und "Einzelfertigung" aus. Allerdings stellen sowohl "Werkstattfertigung" als auch "Fertigungsinsel/Gruppenfertigung" plausible Möglichkeiten zur Gestaltung der Fertigungsorganisation dar.

Betrachtet man nun die jeweils mittleren Ausprägungsformen der abhängigen Merkmale, so gelangt man zu folgender Kombination: "teilstandardisierte Erzeugnisse", "Mischform", "Serienfertigung". Auch diese Kombination stellt einen plausiblen Unternehmenstyp dar, der gerade in der Bundesrepublik Deutschland von besonderer Bedeutung ist. Wiederum sind sowohl "Werkstattfertigung" als auch "Fertigungsinsel/Gruppenfertigung" möglich. Zwischen diesem Grundtyp II und dem reinen Einzelfertiger sind weitere Übergangsformen denkbar. Zunächst wird die Kombination "teilstandardisierte Erzeugnisse", "Produktion auf Bestellung" und "Einzelfertigung" betrachtet. Dieser Typus lehnt sich noch weitgehend an den reinen Einzelfertiger an und wird deshalb als Grundtyp Ia bezeichnet. Weiterhin wird eine

Kombination "teilstandardisierte Erzeugnisse", "Produktion auf Bestellung" und "Einzelfertigung" beschrieben.

Diese plausibilitätsgestützte Vorgehensweise führt zu fünf Kombinationen, die in der folgenden Abbildung dargestellt sind.

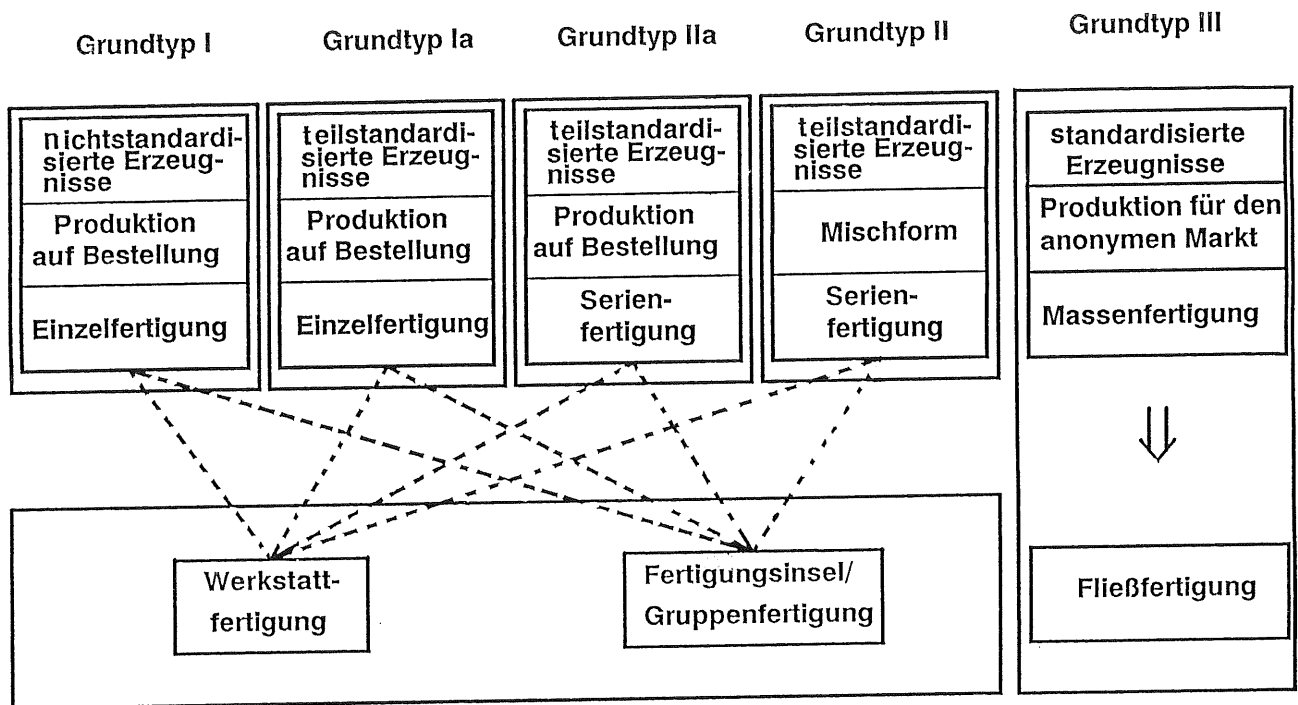


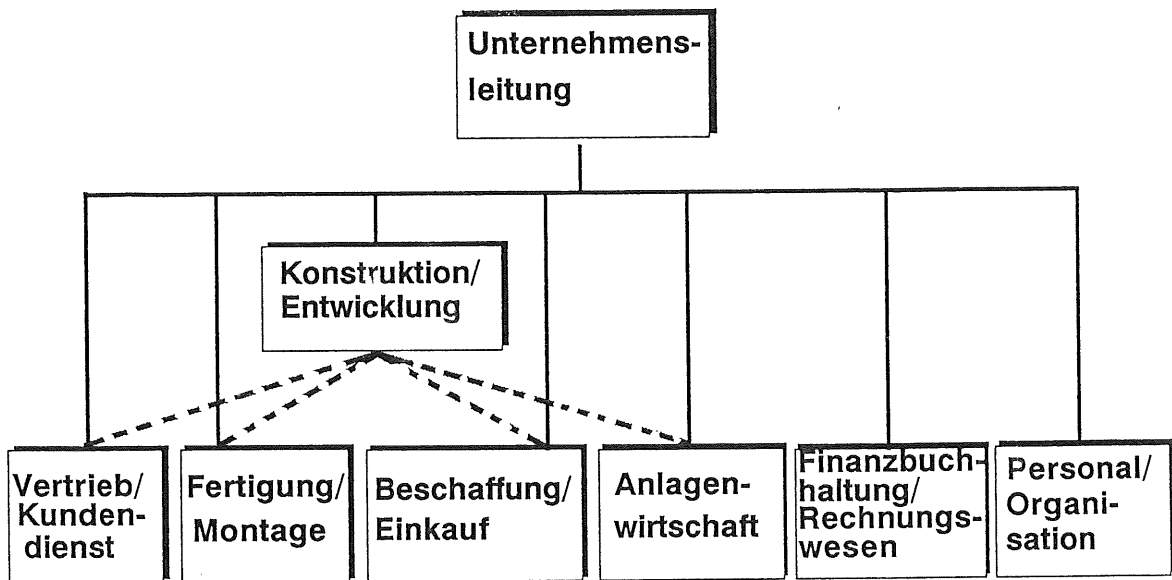
Abb. 4: Übersicht abhängiger Merkmale

An dieser Stelle könnte der Einwand gemacht werden, daß es sich z. B. in der Automobilindustrie um "teilstandardisierte Erzeugnisse", "Produktion auf Bestellung" und "Fließfertigung" handelt. Die Automobilindustrie wäre also durch oben angeführte Typisierung nicht erfaßt. Bei den hier angestellten Überlegungen handelt es sich jedoch um eine konstruktionsorientierte Sichtweise. Da alle möglichen Varianten eines Automobils a priori konstruiert sind und zum Konstruktionszeitpunkt keine konkreten Kundenbestellungen vorlagen, handelt es sich aus der Sicht der Konstruktion um "Produktion für den anonymen Markt" und um "standardisierte Erzeugnisse". Automobilunternehmen sind folglich in den Grundtyp III einzuordnen.

4.1.1 Grundtyp I: Die Dominanz des Konstruktionsbereiches

Der erste Grundtyp entspricht dem typischen Einzelfertiger. Die Konstruktionsabteilung steht ständig vor neuen Konstruktionsaufgaben. Da es sich um Produktion auf Bestellung nichtstandardisierter Erzeugnisse handelt, kommt die Konstruktionsabteilung mit jedem Auftrag in Berührung und begleitet ihn von den Vertriebstätigkeiten über die Produktion und Produktübergabe bis hin zu Kundendiensttätigkeiten. Für den Konstrukteur steht zunächst die Frage der technischen Realisierung im Vordergrund. Das Ergebnis dieser Fragestellung wird anschließend unter Kostenaspekten bewertet.

Die verantwortlichen Konstrukteure übernehmen die Federführung bei der innerbetrieblichen Koordination. Sinnvoll ist eine Mitarbeit der Konstrukteure in der Vertriebsabteilung. Im Falle der Weiterverarbeitung der Produkte beim Abnehmer kann dies so weit gehen, daß Konstrukteure des eigenen Unternehmens beim Kunden tätig werden (Bsp.: Konstrukteur eines Turbinenbauers arbeitet bei der Entwicklung von Turbinen für ein Schiff in der Konstruktionsabteilung eines Schiffbauers mit). Weiterhin ist ein Projektmanagement sinnvoll, bei dem die Projektleitung durchgängig vom verantwortlichen Konstruktionsingenieur wahrgenommen wird. Es ergeben sich folgende Möglichkeiten der innerbetrieblichen Aufbauorganisation:



— : Weisungsfunktion
 - - - : Koordinationsfunktion

Abb. 5: Funktionale Aufbauorganisation für Grundtyp I

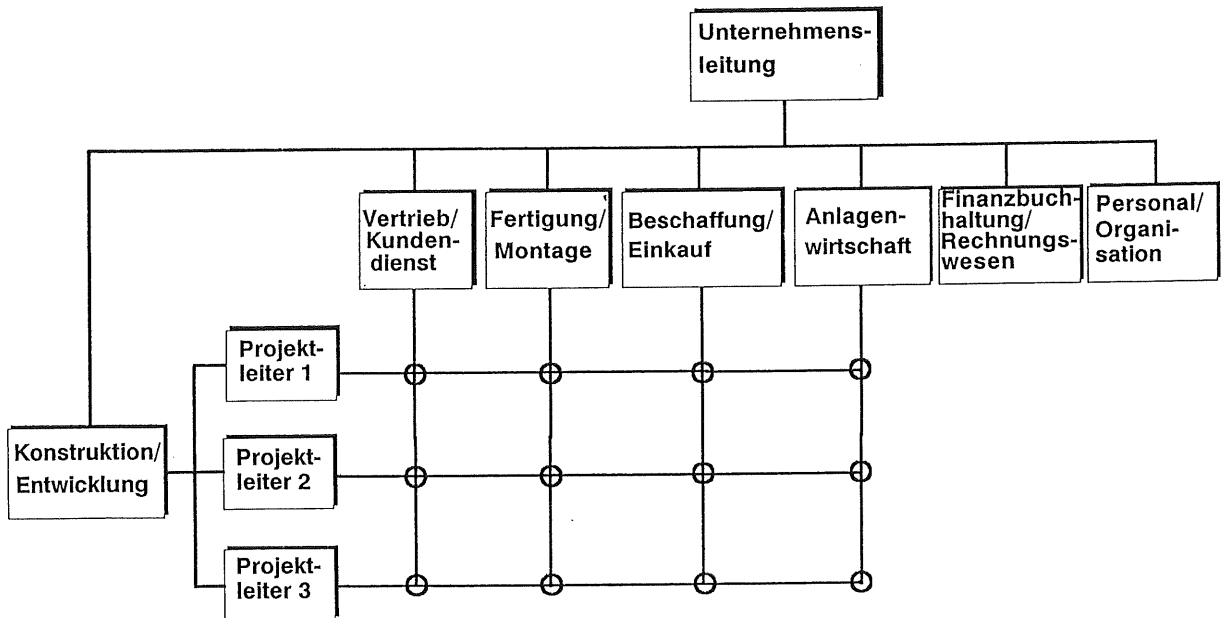


Abb. 6: Matrixorganisation für Grundtyp I

Für die Qualitätssicherung ergibt sich folgende Konsequenz: Sie kann nicht nur die Aufgabe der Qualitätsprüfung ex post haben, vielmehr muß sie bereits sehr frühzeitig einsetzen und

zeitlich verzahnt mit der Produktion ständig Qualitätsprüfungen vornehmen, um ihr optimales Kostensenkungspotential auszuschöpfen.

Für die CAD-Technik ergeben sich folgende Implikationen: Da die Konstruktionsabteilung der dominierende Bereich ist, werden an das CAD-System als zentrale EDV-Komponente die umfassendsten Anforderungen gestellt. Mit dem CAD-System in Verbindung stehende Moduln (NC-Programmierung, Stücklisteneditor/Stücklistengenerator, Arbeitsplanerstellung, geometrieorientierte Vorkalkulation) müssen an dieses angepaßt werden und nicht umgekehrt. Da wie oben bereits erwähnt die Konstruktionsabteilung zur externen Umwelt offen sein muß, ist eine wesentliche Anforderung an die CAD-Technik die Offenheit des CAD-Systems. Sowohl ein datenmäßiger Input als auch ein Output detaillierter Konstruktionsunterlagen muß über externe Vernetzung möglich sein, da vom Auftraggeber oftmals sehr detaillierte Konstruktionsvorgaben gemacht werden. Dies bedeutet, daß sich CAD-Schnittstellen zur betriebsexternen Umwelt an nationalen und internationalen Standards orientieren müssen.

Da die konstruktionsmäßigen Aufgabenstellungen ständig wechseln, müssen durch die Arbeitsplanung laufend neue Unterlagen wie Stücklisten, Arbeitspläne und NC-Programme erstellt werden. Sie können bei diesem Betriebstyp nur sehr selten durch Modifikation bereits vorhandener Unterlagen generiert werden. Die Arbeitsplanung stellt einen aufwendigen Prozeß dar, wobei an den Ausführenden hohe Anforderungen gestellt werden. Ein NC-Programmier-Modul muß in erster Linie auf die Neuerstellung von NC-Programmen ausgerichtet sein. Der Arbeitsplaner sollte innerhalb seiner Software auf mathematische Berechnungsalgorithmen zur Neuerstellung von Arbeitsunterlagen aus Geometriedaten zugreifen können.

Auch die Kalkulation muß flexibel auf die Vorgaben der Konstruktion reagieren. Durch die ständig wechselnden Aufgabenstellungen kann das Kalkulationsverfahren nicht auf Vergleiche

chen mit archivierten Unterlagen beruhen, sondern die Kalkulationsdaten müssen immer neu aus den Konstruktionsdaten berechnet werden. Die Vorkalkulation kann erst nach dem Entwurfsprozeß einsetzen. Ihre Ergebnisse fließen in den Konstruktionsbereich zurück und dienen dort als Input für die weiteren Konstruktionsschritte.

Grundtyp Ia hat weitgehende Ähnlichkeit mit Grundtyp I. Der Unterschied besteht in der Produktion teilstandardisierter Erzeugnisse. Die Konstruktion kann auf Standardkomponenten zurückgreifen. Die organisatorischen Auswirkungen bleiben jedoch weitgehend die gleichen wie bei Grundtyp I. Aus CAD-technischer Sicht ergeben sich allerdings insbesondere für die Schnittstellen zu CAP, CAQ und Kalkulation alle Vorteile der Standardisierung, d. h. Arbeitsplanung, Qualitätssicherung und Vorkalkulation können teilweise darauf beruhen, daß Vergleiche mit bereits vorhandenen Unterlagen angestellt werden.

4.1.2 Grundtyp II: Die Dominanz des Vertriebsbereiches

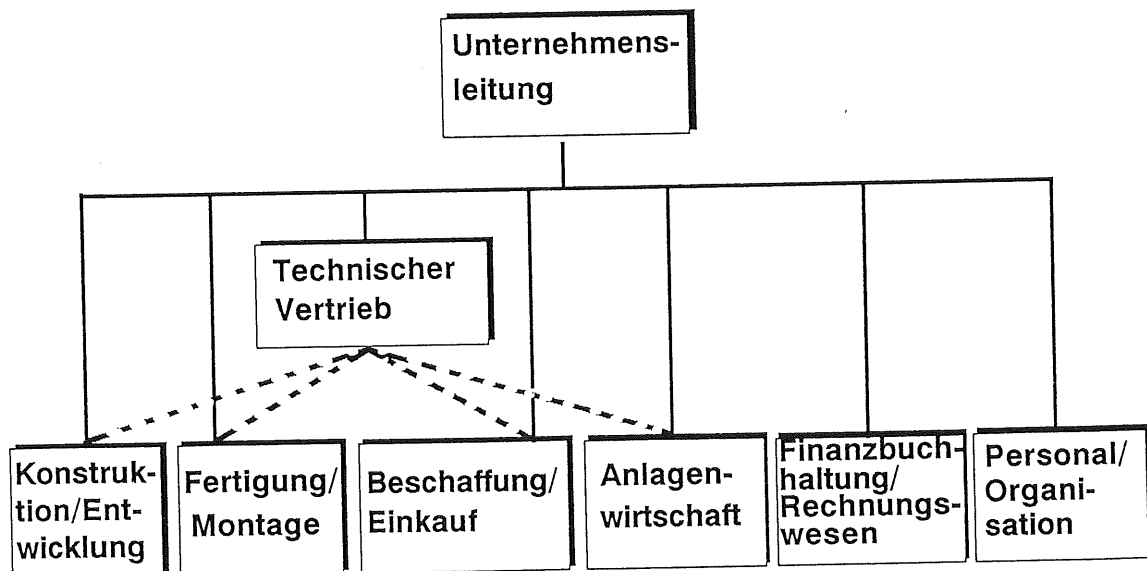
Umfaßt ein Auftrag z. B. eine große Serie, die durch eine Kombination vorhandener Standardkomponenten gefertigt werden kann, so führt die Konstruktion nur noch die zeichnerische Zusammensetzung dieser Komponenten durch. Allerdings kann nicht davon ausgegangen werden, daß die Konstruktionsabteilung ausschließlich derartige Aufgaben zu erfüllen hat. Die Standardkomponenten müssen kundenspezifisch angepaßt und technologisch weiterentwickelt werden. Dennoch kommt dem Funktionsbereich Konstruktion beim Grundtyp II nicht mehr die gleiche, zentrale Bedeutung wie bei Grundtyp I zu.

Ausgangspunkt eines jeden Auftrages ist die Arbeit der Vertriebsingenieure. Ihre Tätigkeit bezieht sich nicht mehr auf die frühzeitige Teilnahme an einer detaillierten Neukonstruk-

tion. Dazu wird von den Vertriebsingenieuren erwartet, daß sie frühzeitig abschätzen, ob und wie die Realisierung des Auftrags mit Hilfe vorhandener Standardkomponenten möglich ist. Hierbei können sie auf archivierte Konstruktionsunterlagen der Standardkomponenten zurückgreifen.

Die Optimierung der Kapazitätsauslastung sowie des Materialflusses und der Durchlaufzeiten gewinnt bei der Serienproduktion an Bedeutung. Deshalb müssen von der PPS-Seite verstärkt Koordinationsimpulse ausgehen.

Kommt ein Projektmanagement in Frage, so sollte die Leitung bei den Vertriebsingenieuren liegen. Die Produktionssteuerung untersteht jedoch dem PPS-System, das unter dem Optimierungsgedanken arbeitet.



— : Weisungsfunktion
 - - - : Koordinationsfunktion

Abb. 7: Funktionale Aufbauorganisation für Grundtyp II

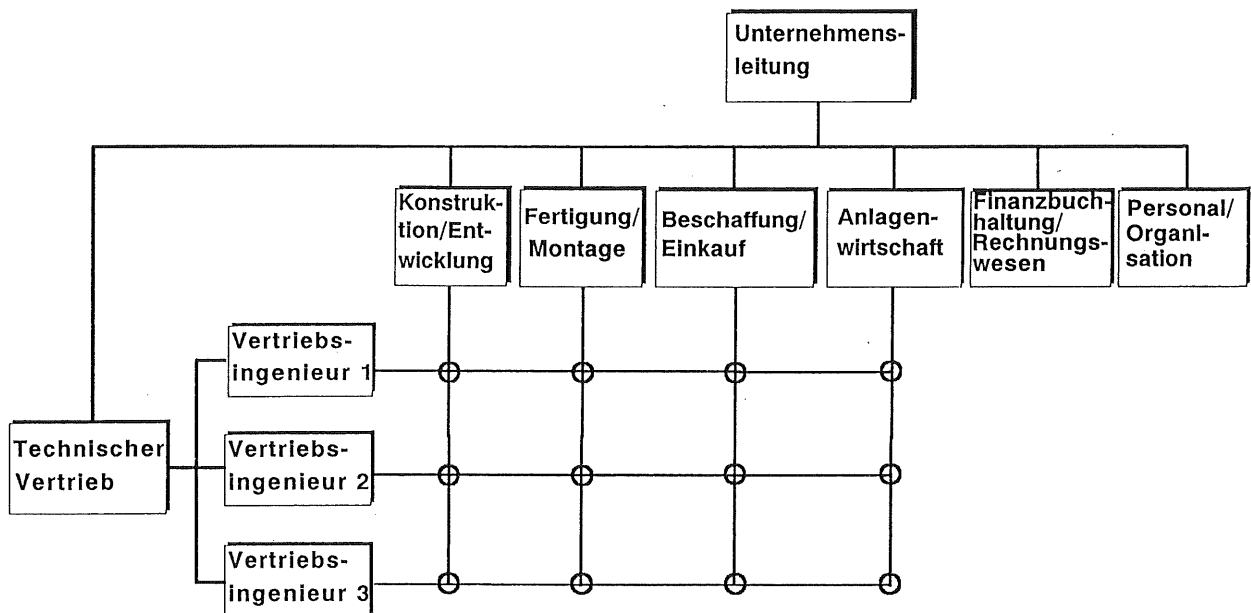


Abb. 8: Matrixorganisation für Grundtyp II

Aufgrund der veränderten exogenen und organisatorischen Konstellation ergeben sich auch für die CAD-Realisierung andere Anforderungen. In der Konstruktionsabteilung muß das CAD-System zwar immer noch die eigentliche Konstruktionstätigkeit detailliert unterstützen, für die Vertriebsingenieure steht jedoch die relativ grobe, schnell durchführbare zeichnerische Kombinationsmöglichkeit von Standardkomponenten im Mittelpunkt. Konstruktion und Vertrieb benötigen Unterstützung in unterschiedlichen Anwendungen. Die gegenseitige Abhängigkeit bedingt eine Integration von vertriebs- und konstruktionsorientiertem CAD-System, jedoch können unterschiedliche Moduln eingesetzt werden. Das CAD-System muß auch weiterhin offen zur externen Umwelt bleiben. Serienfertiger stehen oftmals in enger Wechselbeziehung zu ihren Abnehmern. Einerseits müssen Konstruktionsdaten der Standardkomponenten bzw. Kombinationen aus diesen als Vorgabe vom Unternehmen an die Abnehmer für die Weiterverarbeitung transferiert werden; andererseits geben Ab-

nehmer mit hoher Marktmacht oftmals von ihrer Seite aus Vorgaben für die Anpassung von Standardkomponenten an die Produktionsunternehmen in Form elektronischer Konstruktionsunterlagen. Es empfiehlt sich, Schnittstellen nach außen an branchenübliche oder nationale/internationale Standards anzupassen.

Die Teilstandardisierung hat Konsequenzen auf die Schnittstellengestaltung zwischen Konstruktion und Arbeitsplanung bzw. Konstruktion und Kalkulation. Da die Konstruktion überwiegend auf Standardkomponenten beruht, können sowohl Arbeitsplanung als auch Kalkulation in vielen Fällen auf Vergangenheitsdaten zurückgreifen. Der Transformationsalgorithmus für die Erstellung der entsprechenden Unterlagen - Stücklisten, Arbeitspläne, NC-Programme bzw. Kalkulationen - kann auf dem Einsatz von Standardkomponenten oder Vergleichen mit früheren Aufträgen basieren. Damit wird der Berechnungsaufwand erheblich vermindert. Allerdings gewinnt die Stammdatenhaltung bzw. -archivierung eine größere Bedeutung. Die echte, vollständige Neuerzeugung der Unterlagen ist selten erforderlich, insofern kommt der softwaremäßigen Realisierung eines Berechnungsalgorithmus zur Neuerstellung nicht mehr die zentrale Bedeutung wie bei Grundtyp I zu.

Eine äußerst enge Zusammenarbeit zwischen CAQ und CAE ist ebenfalls nicht notwendig, da bei Standardkomponenten die Funktionsfähigkeit und -sicherheit eher als gewährleistet angenommen werden kann. Das CAQ übernimmt im wesentlichen die Daten aus dem CAD und leitet daraus seine Maßnahmen ab.

Aufgrund der zentralen Bedeutung der PPS-Seite ist eine sehr enge Anbindung dieses Systems zu allen Komponenten der CA-Schiene, also auch zum CAD-System, erforderlich.

Grundtyp IIa hat weitgehende Ähnlichkeit mit Grundtyp II, wobei jedoch der Kundeneinfluß durch die "Produktion auf Bestellung" von höherer Bedeutung ist. Damit gewinnt der Detailkonstrukteur aus der Konstruktionsabteilung mehr Einfluß auf die

Vertriebsabteilung, so daß die Trennung zwischen vertriebsorientierten und konstruktionsorientierten CAD-Anforderungen nicht so scharf ausfällt wie bei Grundtyp II.

4.1.3 Grundtyp III: Die Dominanz des Fertigungsbereiches

Der Grundtyp III weist bedeutende Unterschiede zu den vorher betrachteten Formen auf. Zwischen Konstruktion, Vertrieb und Fertigung/Montage ist eine permanente Koordination nicht notwendig. Ein einmal als optimal identifizierter Ablauf bleibt über längere Zeiträume konstant, um die Vorteile der "Economies of Scale" erschöpfend auszunutzen. Eine Ablaufänderung wird erst dann durchgeführt, wenn wesentliche Nachfrageverschiebungen eine Modellveränderung oder Modellerneuerung erforderlich machen. Im Vergleich zum Einzel- oder Serienfertiger findet ein solcher Schritt aber in sehr viel größeren Zeitabständen statt. Koordinationsschritte werden viel detaillierter geplant, da selbst geringste Fehlentscheidungen gravierende Konsequenzen haben.

Die Funktionen des Marketing müssen nun explizit in Marktforschung - dem Produktionsprozeß vorgelagert - und in Vertrieb - dem Produktionsprozeß nachgelagert - aufgespalten werden. Die Marktforschung fungiert als Bindeglied zwischen Konstruktion/Entwicklung und dem Absatzmarkt. Der Vertrieb führt lediglich reine Abwicklungstätigkeiten durch. Die Konstruktionsabteilung wiederum übernimmt Züge einer klassischen Forschungs- und Entwicklungsabteilung, die weitgehend unabhängig von anderen Bereichen Produktneuentwicklung betreibt.

Bei Typ III steht neben der langfristigen Gestaltung vor allem die Regelung im Vordergrund. Regelung bedeutet, daß die kurzfristige Vergangenheit als Entscheidungsgrundlage dient, Handlungsbedarf ergibt sich aus Störungen im Produktionsablauf.

Als organisatorische Implikation ergibt sich eine funktionale Trennung der Bereiche Marktforschung, Konstruktion/Entwicklung, Fertigung/Montage, Beschaffung/Einkauf, Vertrieb und Materialwirtschaft. Die individuelle Optimierung und Spezialisierung steht im Mittelpunkt. Da in allen Bereichen über längere Zeiträume mit fest vorgegebenen Aufgabenbereichen weitgehend unabhängig voneinander operiert wird, ist eine umfassende Integration nicht notwendig.

Da Regelung und nicht Steuerung im Mittelpunkt steht, ist es sinnvoll, daß die Koordination durch die Controlling-Abteilung im Rahmen einer Abweichungskontrolle durchgeführt wird. Projektmanagement kommt aufgrund der langfristig festgelegten Strukturen nur in Ausnahmefällen in Frage. Aufgrund des Einmaligkeitscharakters der größeren Ablaufveränderungen bei Modellveränderung/-erneuerung bieten sich temporäre Arbeitsgruppen als Koordinationsinstrumente für diese Situationen an. Dort müssen zwar Mitarbeiter der Konstruktionsabteilung mitarbeiten, ihnen kommt jedoch nicht a priori eine dominierende Rolle zu.

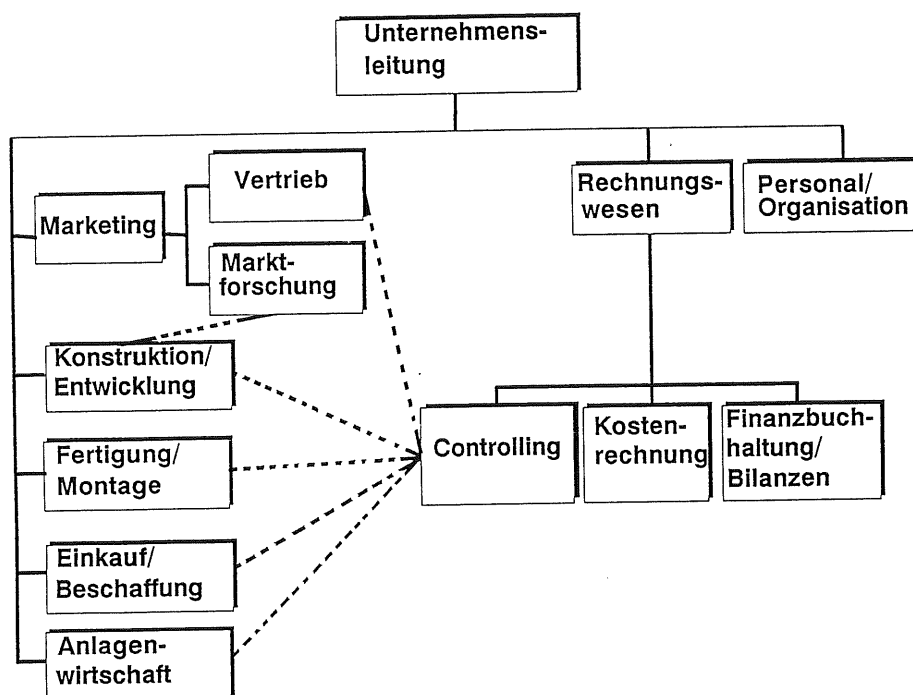


Abb. 9: Organigramm des Grundtyps III

Für die CAD-technische Realisierung bedeutet dies zunächst, daß als CAD-System ein selbständiges Spezialsystem in Frage kommt, das insbesondere auch umfangreiche Berechnungen (Finite-Elemente-Methode, Belastungssimulationen etc.) ausführen kann. Die Benutzeroberfläche kann sehr bereichsspezifisch ausgelegt sein, um ganz speziell den Anforderungen einer kompletten Produktentwicklung im Rahmen von Forschung und Entwicklung zu genügen. CAD-Anwendungen haben für die anderen Betriebsbereiche in der Regel nur untergeordnete Bedeutung. Eine Offenheit des CAD-Systems zum Abnehmermarkt ist nicht notwendig, da der Konstruktionsbereich seine Informationen aus der Marktforschung erhält. Andererseits ist es nicht ausgeschlossen, daß enge Verflechtungen zum Zulieferermarkt bestehen. Aufgrund der Marktmacht, die gerade beim Massenfertiger oftmals sehr ausgeprägt ist, hat das Unternehmen bei der Gestaltung von Schnittstellen zu den Zulieferern einen gewissen Handlungsspielraum.

Die Aufgabe der Arbeitsplanung beschränkt sich auf die unregelmäßig anfallende Einrichtung und Optimierung der Fließfertigung. Arbeitspläne, Stücklisten und NC-Programme müssen detailliert angefertigt werden. Für diese Tätigkeiten besteht aufgrund der langen Fristen jedoch ausreichend Zeit. Gleiches gilt für die Kalkulation. Da es sich bei der Modellerneuerung um übergreifende Veränderungen des gesamten Produktionsablaufs handelt, muß der Transformationsalgorithmus für die Umwandlung von Konstruktionsdaten in Arbeitsplanungs- bzw. Kalkulationsunterlagen auf dem Prinzip der Neuberechnung beruhen. Eine vergleichsorientierte Generierung kommt nicht in Frage. Da an die CAP- bzw. Kalkulationssysteme dann wiederum hohe Anforderungen gestellt werden, bietet es sich an, für beide Bereiche Spezialsysteme zu beschaffen, die fachmethodisch sehr weit ausgereift sind, wobei die Datentransfermöglichkeit eine geringere Rolle spielt.

Andererseits macht gerade die große Tragweite und Langfristigkeit einzelner Entscheidungen eine zeitliche Verzahnung von Konstruktionstätigkeit, Arbeitsplanung und Kalkulation notwen-

dig. Denn eine kostenorientierte Produktionsstrategie muß darauf bedacht sein, daß insbesondere der Konstruktionsprozeß, in dem bereits der Großteil der Produktionskosten festgelegt wird, Kosten- und Fertigungsaspekte berücksichtigt. Folglich können Insellösungen für einzelne EDV-Anwendungen niemals optimal sein. Obwohl in den einzelnen Bereichen ein Bedarf an unabhängigen Spezialsystemen besteht, müssen diese miteinander vernetzt sein, damit ein frühzeitiges Zusammenarbeiten von Marktforschung, Forschung und Entwicklung inkl. Konstruktion, Arbeitsplanung, Fertigung/Montage und Kalkulation möglich wird. Auf eine Definition von einheitlichen Schnittstellen für alle Systeme muß geachtet werden.

4.2 Die unabhängigen Merkmale und ihre Auswirkungen auf die Unternehmensorganisation

4.2.1 Die Auswirkungen des Merkmals "Erzeugnisgeometrie" auf die Unternehmensorganisation

Die Erzeugnisgeometrie ist ein Merkmal, das sich entscheidend auf die Art und Gestaltung der geometrisch-verfahrenstechnischen Teilkette im Unternehmen auswirkt. Im folgenden werden deshalb anhand zweier Beispiele die sinnvolle Implikation von 2D- bzw. 3D-Systemen aufgezeigt.

Das Hauptanwendungsgebiet von zweidimensional orientierten geometrieverarbeitenden CAD-Systemen ist die rechnerunterstützte Zeichnungserstellung. In der Datenstruktur eines 2D-CAD-Systems sind nur die Koordinateninformationen ebener Darstellungen enthalten. Die Abspeicherung einer Zeichnung in diesen (x,y)-Koordinaten weist den gleichen Informationsgehalt wie eine manuell erstellte Zeichnung auf. Allerdings existiert

kein datenmäßiger Zusammenhang zwischen den verschiedenen Darstellungsansichten eines Erzeugnisses. Für bestimmte Erzeugnisse, sprich Erzeugnisse mit einfacher Kontur, ist die Datenerzeugung in einem 2D-CAD-System ausreichend. Solche Erzeugnisse sind z. B. ebene Blechteile, bei der zur vollständigen Beschreibung neben einer Ansicht, in der sowohl die äußere Form als auch evtl. Durchbrüche sichtbar sein müssen, noch die Dicke des zu bearbeitenden Teiles angegeben werden muß. Unter bestimmten Bedingungen sind auch für rotations- und translationsymmetrische Erzeugnisse 2D-CAD-Systeme ausreichend. Auch können dreidimensionale Produkte, deren Flächen parallel oder senkrecht zur (x,y) -Achse stehen, z. B. für eine weitere Fräsbearbeitung vollständig beschrieben werden. Für den zuletzt genannten Fall sind zur vollständigen Beschreibung mindestens zwei Zeichnungsansichten erforderlich, die - wie oben erwähnt - bei einer zweidimensionalen rechnerinternen Darstellung logisch voneinander unabhängig sind. Deshalb muß in diesem Fall aus der Hauptansicht heraus die Zeichnung in einzelne unverzweigte Konturzüge zerlegt werden. Durch Zuordnung einer z-Koordinate, die für die jeweils eingeschlossenen Flächen gilt, kann somit das Teil eindeutig beschrieben werden (vgl. Diederhoven 1985, S. 58 - 61).

Obwohl der Einsatz von 2D-CAD-Systemen nur bei Erzeugnissen mit einfachen Geometrien sinnvoll ist, reichen sie doch für die Anforderungen vieler Unternehmen aus. Auch mit 2D-Systemen können konstruktive Tätigkeiten mit integrierten Berechnungen durchgeführt werden. Für die Gestaltung der CAD/NC-Kette ergibt sich folgende Konsequenz: Aus Gründen der Flexibilität ist es zweckmäßig, zwei eigenständige Systeme über Standardschnittstellen miteinander zu koppeln. Insbesondere von kundenbezogenen Einzelfertigern wird ein Höchstmaß an Flexibilität gefordert. Die große Variantenvielfalt bei kleinen Losgrößen impliziert eine hohe Anzahl von zu erstellenden NC-Programmen, die in möglichst kurzer Zeit in optimaler Form vorhanden sein sollen. Aufgrund der vielen Anpassungen ist es kaum möglich, die Programme im Vorfeld der Fertigung zu opti-

mieren (vgl. Venjakob 1988, S. 14 - 15). Da eine einfache Geometrie in der Regel auch einfache NC-Programme impliziert, ist eine werkstatorientierte NC-Programmierung sinnvoll. Die NC-Programme sollten deshalb so gestaltet sein, daß der NC-Werker vor Ort eine Anpassung der Programme an die entsprechenden Maschinen vornehmen kann.

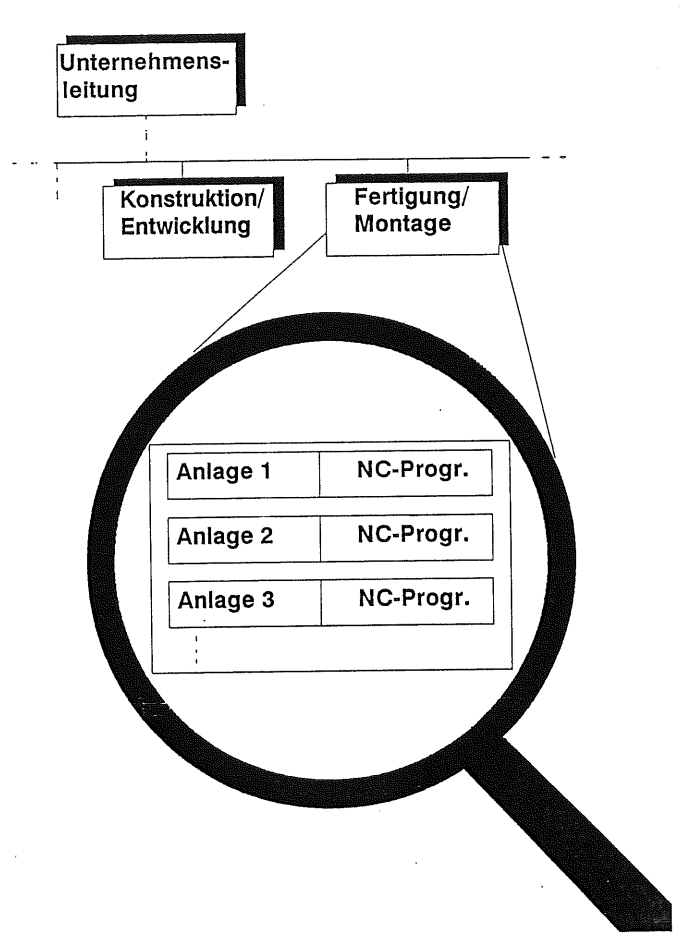


Abb. 10: Werkstatorientierte NC-Programmierung

Während zur vollständigen Beschreibung von Erzeugnissen mit einfacher Kontur prinzipiell der Einsatz eines 2D-CAD-Systems ausreicht, müssen Produkte mit komplexen Konturen zur vollständigen Beschreibung in 3D-CAD-Systemen erzeugt werden. Dies sind z. B. Erzeugnisse, die durch schief im Raum liegende Flächen begrenzt sind oder auch Teile mit Flächen höherer Ordnung. Zwar kann das Produkt durch die Darstellung in drei An-

sichten vollständig gezeichnet werden, doch zur rechnerinternen Weitergabe sind die Daten unvollständig. Auch werden dreidimensionale Modelle immer dann benötigt, wenn man Durchdringungen, Schnitte, Volumen- und Gewichtsberechnungen oder Simulationstests, wie sie vor allem in der Fahrzeugindustrie angewendet werden, durchführen will (Diedenhoven 1985, S. 58 - 61). Da bei Produkten mit komplexen Konturen, wie z. B. Freiformflächen, die Geometrie im Vordergrund steht, ist es zweckmäßig, ein CAD-System mit integrierten NC-Funktionen einzusetzen. Hier sollte die NC-Programmierung in der Konstruktionsabteilung vorgenommen werden.

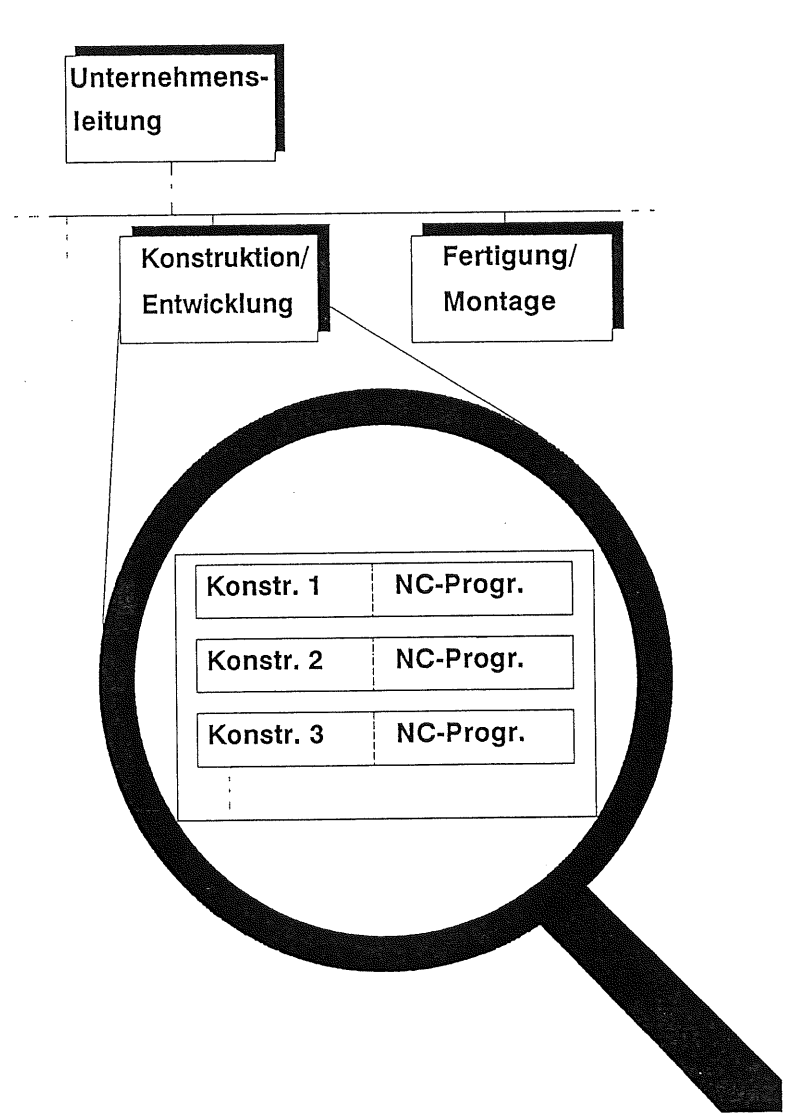


Abb. 11: Integration von Konstruktion und NC-Programmierung

4.2.2 Die Auswirkungen des Merkmals "Kongruenz der Erzeugnisstruktur" auf die Unternehmensorganisation

Die Erzeugnisstruktur wird in Aufbau und Art der Stückliste abgebildet. Wesentlich für die Auswirkungen auf die CAD/CAM- und CAD/PPS-Kette sind Konstruktionsstückliste, die aus der konstruktionsorientierten Erzeugnisstruktur abgeleitet wird, und Fertigungsstückliste, die sich an den Anforderungen der Fertigung orientiert.

Wenn eine totale Kongruenz zwischen der Konstruktions- und der Fertigungsstückliste vorliegt, kann die in der Konstruktion erzeugte Stückliste in unveränderter Form von den nachgelagerten Bereichen Arbeitsplanung, Fertigung etc. weiterverwendet werden. Dieser Sachverhalt existiert überwiegend dann, wenn im Unternehmen Erzeugnisse mit geringer Tiefe gefertigt werden müssen.

Additive Kongruenz bedeutet, daß die Konstruktionsstückliste zu komplex ist, um daraus direkt eine Fertigungsstückliste abzuleiten. Hier muß die Konstruktionsstückliste in mehrere Fertigungsstücklisten zerlegt werden. Die Ableitung der Fertigungsstückliste ist durch eine einfache Zerlegung der Konstruktionsstückliste in geeignete Baugruppen möglich.

Bei den Ausprägungen "totale Kongruenz" und "additive Kongruenz" ist eine Erzeugung einer Fertigungsstückliste aus der Konstruktionszeichnung und aus der Konstruktionsstückliste ohne intelligente Schnittstellen möglich. Als organisatorische Konsequenz ist hier die Konstruktionsabteilung verantwortlich für die Erstellung, Änderung und Pflege der Stücklistenstruktur.

sitzt, müssen die in der Konstruktionsabteilung erstellten Stücklisteninformationen in das PPS-System eingegeben werden. Durch die gegebene Identität der Stücklisten ist der Konstrukteur in der Lage, seine Konstruktion mehr an den Anforderungen der Fertigung zu orientieren. Er kann z. B. Maschinen- und Werkzeugdaten stärker berücksichtigen und bei Erstellung der Konstruktionsunterlagen aufgrund der Unterstützung durch geeignete Kosteninformationssysteme fertigungsorientiert konstruieren. Somit ist eine Kalkulation der Produktionskosten bei diesen beiden Ausprägungen schon in der Konstruktion möglich.

Die dritte Merkmalsausprägung kommt in der Regel bei mehrteiligen Erzeugnissen mit komplexeren Strukturen vor. Diese sind gekennzeichnet durch einen vielstufigen Erzeugnisaufbau und eine große Teilezahl. Bei dieser Ausprägung sind die Strukturen der Konstruktions- und Fertigungsstücklistenlogik so unterschiedlich, daß aufgrund der Konstruktionsdaten eine automatische Erstellung der Fertigungsstückliste nicht durchführbar ist. Die Erzeugung der Stückliste nach Fertigungsgesichtspunkten kann nur über eine intelligente Schnittstelle, d. h. durch einen Experten, erfolgen. In diesem Fall ist eine doppelte Erstellung und Speicherung der Stücklisten bzw. eine Erstellung von kombinierten Stücklisten notwendig. Aufgrund der fehlenden Kongruenz kann der Konstrukteur nur begrenzt fertigungsorientiert konstruieren. Dadurch ist eine Kalkulation auf Basis von Fertigungsdaten durch den Konstrukteur nur schwer realisierbar. Als organisatorische Konsequenz empfiehlt sich deshalb ein integratives Zusammenwirken von Konstrukteur und Arbeitsplaner in Form von Teamarbeit.

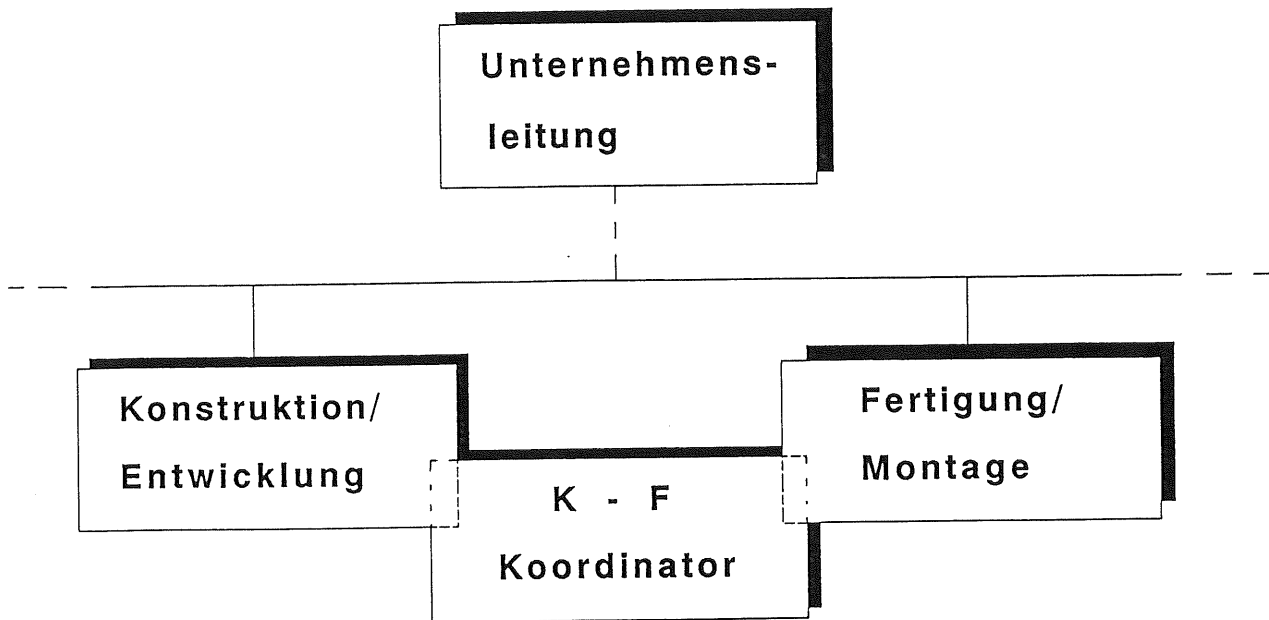


Abb. 13: Integratives Zusammenwirken von Konstruktion und Arbeitsplanung

4.2.3 Die Auswirkungen des Merkmals "Fertigungsstruktur" auf die Unternehmensorganisation

Während die Erzeugnisstruktur den Aufbau des Produktes charakterisiert, orientiert sich die Fertigungsstruktur an den Maschinen des Fertigungsprozesses und den dort durchzuführenden Arbeitsgängen. Ein Basisdokument für die Erstellung eines Arbeitsplanes, in dem die einzelnen Arbeitsgänge aufgelistet sind, ist, neben der Zeichnung, die Fertigungsstückliste. Bei der Arbeitsplanerstellung müssen folgende Informationen als Grundlage für die Fertigung erzeugt werden (vgl. Eversheim 1980, S. 27 - 51):

1. Bestimmung des Ausgangsteiles,
2. Arbeitsvorgangsfolgeermittlung,
3. Maschinenauswahl,
4. Fertigungshilfsmittelzuordnung,
5. Vorgabezeitbestimmung und Arbeitsbewertung.

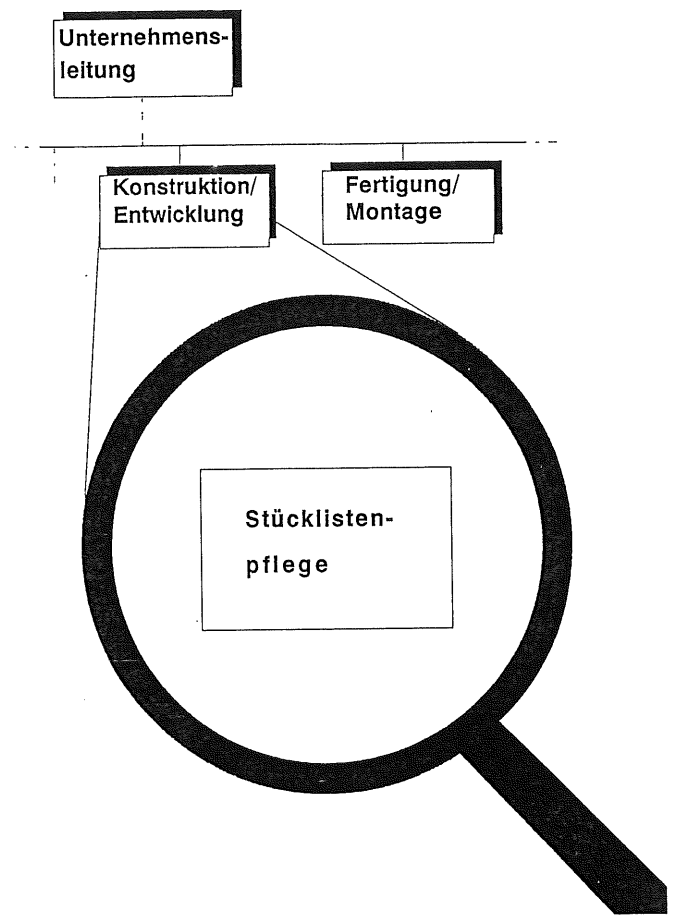


Abb. 12: Stücklistenpflege im Funktionsbereich Konstruktion

Das Unternehmen kann die Stückliste entweder in einem PPS-System oder in einem CAD-System abspeichern. Verfügt das Unternehmen über ein PPS-System, dann empfiehlt es sich, die Daten der Stückliste im PPS-System zu halten, da dort die Bedarfsauflösung und die Kapazitätsterminierung auf der Grundlage der Stückliste durchgeführt werden.

Wird eine Zeichnung in einem CAD-System erstellt, das ein Stücklistengenerierungsmodul besitzt, kann der Konstrukteur die Stückliste vom System automatisch erzeugen lassen. Die Daten müssen anschließend in das PPS-System übertragen werden, was heute in der Regel durch Filetransfer realisiert ist. Wichtig ist die Wahrung der Konsistenz der in beiden Systemen gehaltenen Daten. Wenn das Unternehmen kein CAD-System be-

Mit steigender Anzahl der Arbeitsgänge steigt auch der Planungsaufwand in der Arbeitsplanung. Wenn die Merkmalsausprägung "Fertigung mit geringer Tiefe" vorliegt, ist die Planungskomplexität gering. Dieser Sachverhalt existiert in der Regel bei einstufiger Fertigung und das Unternehmen kann deshalb das einzusetzende Produktionsverfahren nach Kostenaspekten auswählen. Die Ablaufpläne lassen sich hinsichtlich der Kriterien "Gesamtdurchlaufzeit" und "Gesamtterminierung" optimal bestimmen. Die Planungsunterlagen können mit einfachen Methoden erstellt werden. Aufgrund der relativ geringen Komplexität kann der Konstrukteur Tätigkeiten durchführen, die klassischerweise der Arbeitsplanung zugeordnet sind. Da unter einstufiger Fertigung die Bearbeitung eines Erzeugnisses an einer Maschine verstanden wird, kann hier der Konstrukteur, an den Kriterien der Maschinen orientiert, fertigungsgerecht konstruieren. Gleichzeitig wird der Handlungsspielraum des Konstrukteurs bei Erstellung der Konstruktions- und Fertigungsunterlagen eingeschränkt, da er die Möglichkeiten der Maschinen bzw. der Maschinengruppen berücksichtigen muß.

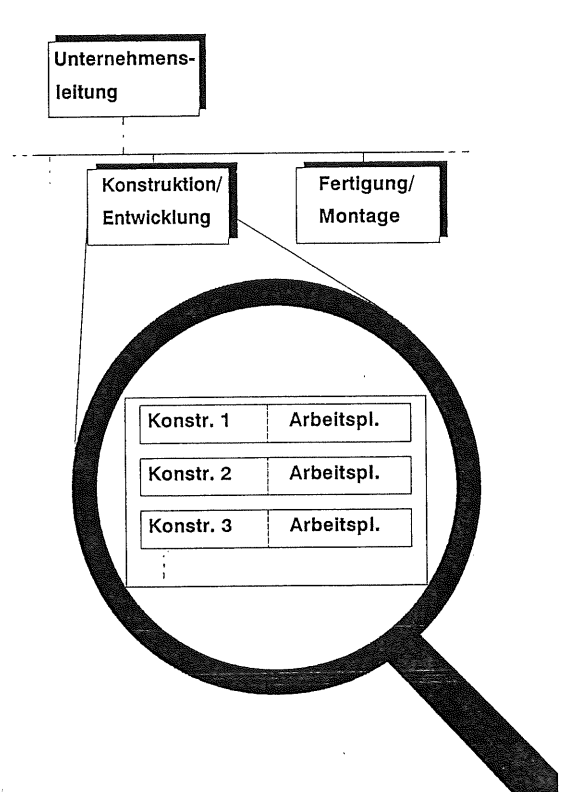


Abb. 14: Arbeitsplanerstellung in der Konstruktion

Bei Fertigung mit mittlerer Tiefe liegt eine mehrstufige Produktion vor. Das Erzeugnis wird in der Regel von mehreren Maschinen mit unterschiedlichen Fertigungsverfahren bearbeitet. Die Anzahl der Arbeitsgänge ist größer als bei der einstufigen Fertigung. Zur Reduzierung einer höheren Planungskomplexität ist es sinnvoll Baugruppen zu bilden. Wenn der gesamte Produktionsprozeß nicht geschlossen ablaufen muß, hat das Unternehmen die strategische Entscheidung zu treffen, welche Baugruppen eigen- und welche fremdgefertigt werden sollen. Mit dieser Entscheidung wird implizit auch der Erstellungsaufwand für Planungsunterlagen der Fertigung bestimmt. Da eine optimale Planung der Fertigungsreihenfolge durch exakte Verfahren nicht mehr durchführbar ist, müssen Simulationsverfahren eingesetzt werden. Dabei ist eine Integration von Arbeitsplanungsaufgaben in den Konstruktionsbereich nicht oder nur begrenzt möglich. Vielmehr müssen intelligente Kooperationsformen entwickelt werden, die eine optimale Zusammenarbeit der spezialisierten Abteilungen Konstruktion und Arbeitsplanung ermöglichen und zu einem organisatorischen Zusammenwachsen dieser Funktionsbereiche führen.

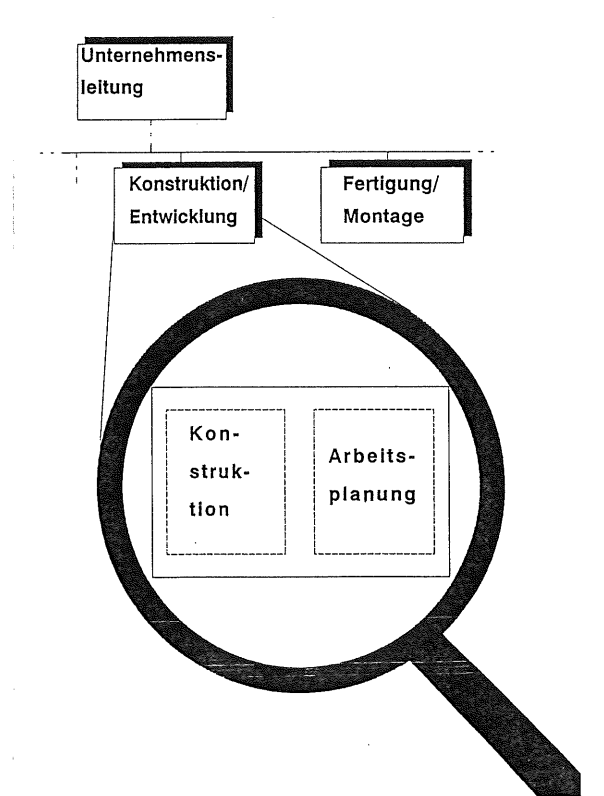


Abb. 15: Integration von Arbeitsplanung und Konstruktion

Die Ausprägung "Fertigung mit großer Tiefe" impliziert einen langen Fertigungsdurchlauf für die Erstellung des Erzeugnisses. Durch die hohe Anzahl der einzuplanenden Arbeitsgänge auf einer Vielzahl von verschiedenen Maschinen ist die Planung der Fertigung sehr aufwendig und nur durch den Einsatz leistungsfähiger Organisationsmittel und Planungsverfahren zu bewältigen. Hier verfügt der Konstrukteur aufgrund der großen Komplexität bei der Erstellung der fertigungsgerechten Konstruktionsunterlagen zwar über einen hohen Handlungsspielraum, dessen effektive Ausnutzung und damit die Erstellung eines optimalen Erzeugnisses kann aber nur durch intelligente Unterstützungssysteme erzielt werden. Die Bewältigung der gesamten Planungsaufgaben durch den Funktionsbereich Konstruktion ist nicht möglich. Als organisatorische Konsequenz ist die Einrichtung einer Planstelle nötig, die die unterschiedlichen Anforderungen von Fertigung, Konstruktion, Qualitätssicherung etc. koordiniert.

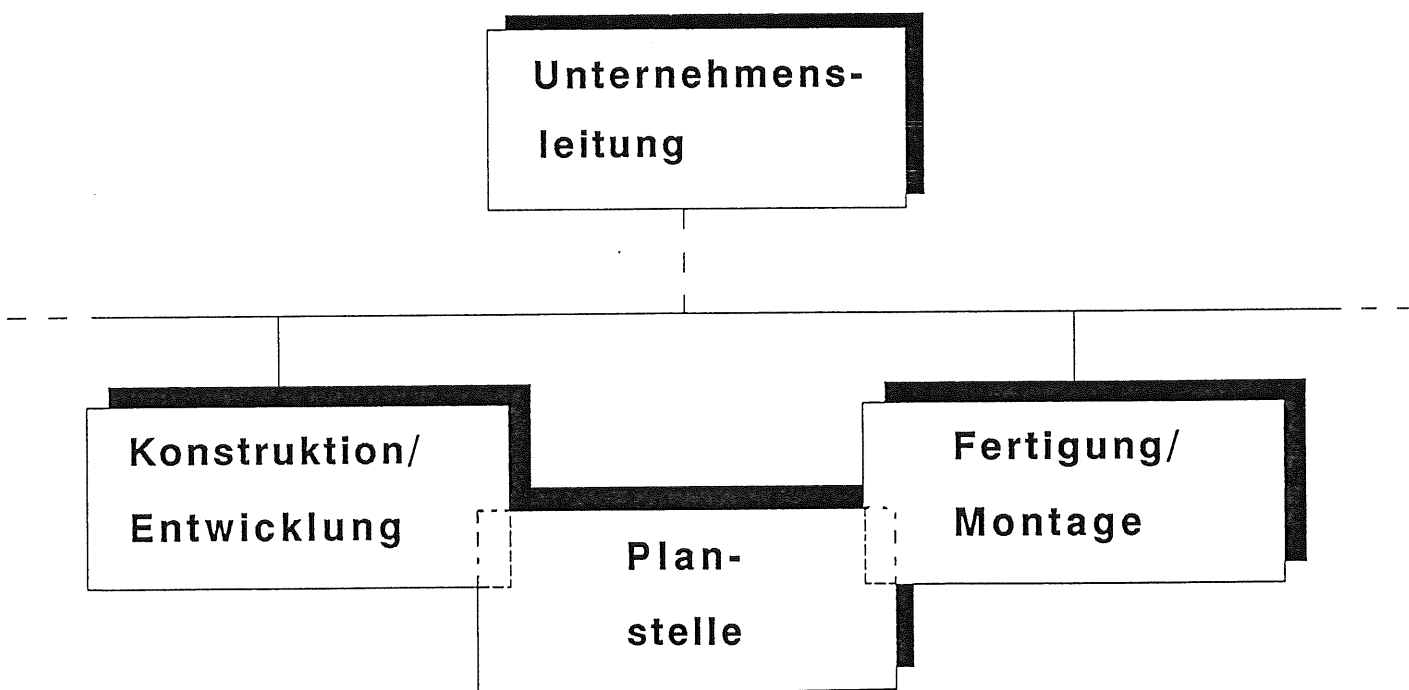


Abb. 16: Einrichten einer Planstelle

4.2.4 Die Auswirkungen des Merkmals "Beschaffungsart" auf die Unternehmensorganisation

Eine bedeutende Konsequenz dieses Merkmals auf die Situation der Konstruktionsabteilung ist das Ausmaß der Kooperation mit Zulieferern. Findet der Fremdbezug nur in geringem Umfang statt, so kann die eigene Konstruktion relativ autonom arbeiten. Es ergeben sich keine besonderen Anforderungen an die Gestaltung von Schnittstellen zu den Zulieferern.

Eine andere Situation ergibt sich, wenn relativ komplexe Teile mit hohem Wert fremdbezogen werden. Die eigene Produktionstätigkeit konzentriert sich dann zumeist auf die Montage. Je nach Marktposition der Geschäftspartner machen entweder der Zulieferer oder der Abnehmer detaillierte Vorgaben. Dann muß insbesondere der Austausch elektronischer Konstruktionsunterlagen gewährleistet sein, was sich auf die Schnittstellengestaltung zu den Zulieferern auswirkt. Auf organisatorischer Seite ergibt sich eine äußerst enge Zusammenarbeit - u. U. bis zum gegenseitigen Austausch von Konstruktionspersonal mit dem Zulieferer.

Das Merkmal "Beschaffungsart" hat auf die Arbeitsplanung wenig Auswirkungen. Entscheidende Konsequenzen entstehen jedoch für die Kalkulation: Liegt Fremdbezug nur in geringem Umfang vor, so ist die Kalkulation weitgehend durch die innerbetriebliche Leistungserstellung determiniert. Folglich werden hohe Anforderungen an die Erhebung innerbetrieblicher Leistungsdaten gestellt. Mit Hilfe von Betriebsdatenerfassung und Kostenrechnungsverfahren müssen Kostensätze ständig neu erfaßt werden.

Liegt Fremdbezug in hohem Umfang vor, so basiert die Kalkulation vor allem auf extern vorgegebenen Bezugspreisen. Daher kommt der Betriebsdatenerfassung für die Kostenrechnung und der Kalkulation eine geringere Bedeutung zu. Außerdem wird der Kalkulationsalgorithmus durch die Vorgabe von Preisen weitge-

hend vereinfacht.

Von der Ausprägung des Merkmals "Beschaffungsart" ist jedoch auch der Bereich Beschaffung/Einkauf betroffen. Sobald die Zulieferung mittleren Umfang annimmt, bestimmt der Bezugspreis einen wesentlichen Teil der Gesamtkosten. Aufgabe der Einkaufsabteilung ist eine möglichst günstige Beschaffung von Rohstoffen und Rohteilen. Dazu benötigt sie einen möglichst vollständigen, aktuellen Marktüberblick. Neben den reinen Bezugskosten sind die Kosten der Lagerung sowie die günstigste Lagerpolitik zu ermitteln. Ein EDV-System muß vor allem diese Aufgabenbereiche unterstützen. Es können z. B. Online-Anschlüsse zu internationalen Datenbanken oder Rohstoffbörsen eingesetzt werden. Weiterhin muß die Zusammenarbeit zwischen Einkauf/Beschaffung und Lagerhaltung koordiniert werden, so daß hier eine Kopplung der EDV-Systeme und gegenseitiger Datenzugriff notwendig ist. Es ergeben sich aber keine besonderen Konsequenzen für das Zusammenspiel zwischen CAD und den anderen EDV-Anwendungen der Abteilung Einkauf/Beschaffung.

Findet Fremdbezug in hohem Umfang statt, so ändert sich die Situation erneut. Aufgrund der hohen gegenseitigen Abhängigkeit - insbesondere unter dem Einfluß der "Just-in-Time"-Produktion - sind die Marktpartner dann nicht mehr klassische Anbieter und Nachfrager, die sich ausschließlich an Preisen orientieren, sondern Partner, die sehr eng zusammenarbeiten müssen und sich z. T. auch für längere Fristen über Rahmenverträge aneinander binden. Da die bezogenen Teile in der Regel von relativ komplexer Natur sind, wird vom Mitarbeiter der Abteilung Beschaffung/Einkauf hohe technische Kompetenz verlangt. Seine Tätigkeit bezieht sich nicht mehr auf das reine Vergleichen von Preisen, sondern vielmehr auf die Anbahnung und Aufrechterhaltung der Zusammenarbeit zwischen Zulieferern und dem eigenen Unternehmen. Eine Koordination zwischen Konstruktion und Beschaffung/Einkauf, u. U. sogar eine personelle Verflechtung, wird notwendig. Diesem veränderten Aufgabenbereich muß auch die EDV-Unterstützung gerecht werden. So muß

auch ein Beschaffungsingenieur Zugriff auf CAD-Anwendungen und CAD-Daten haben, auch wenn seine spezifische Benutzeroberfläche nicht alle Funktionen des CAD-Konstruierens umfassen muß. Eine direkte Anbindung an den gesamten Zulieferermarkt ist nicht mehr notwendig.

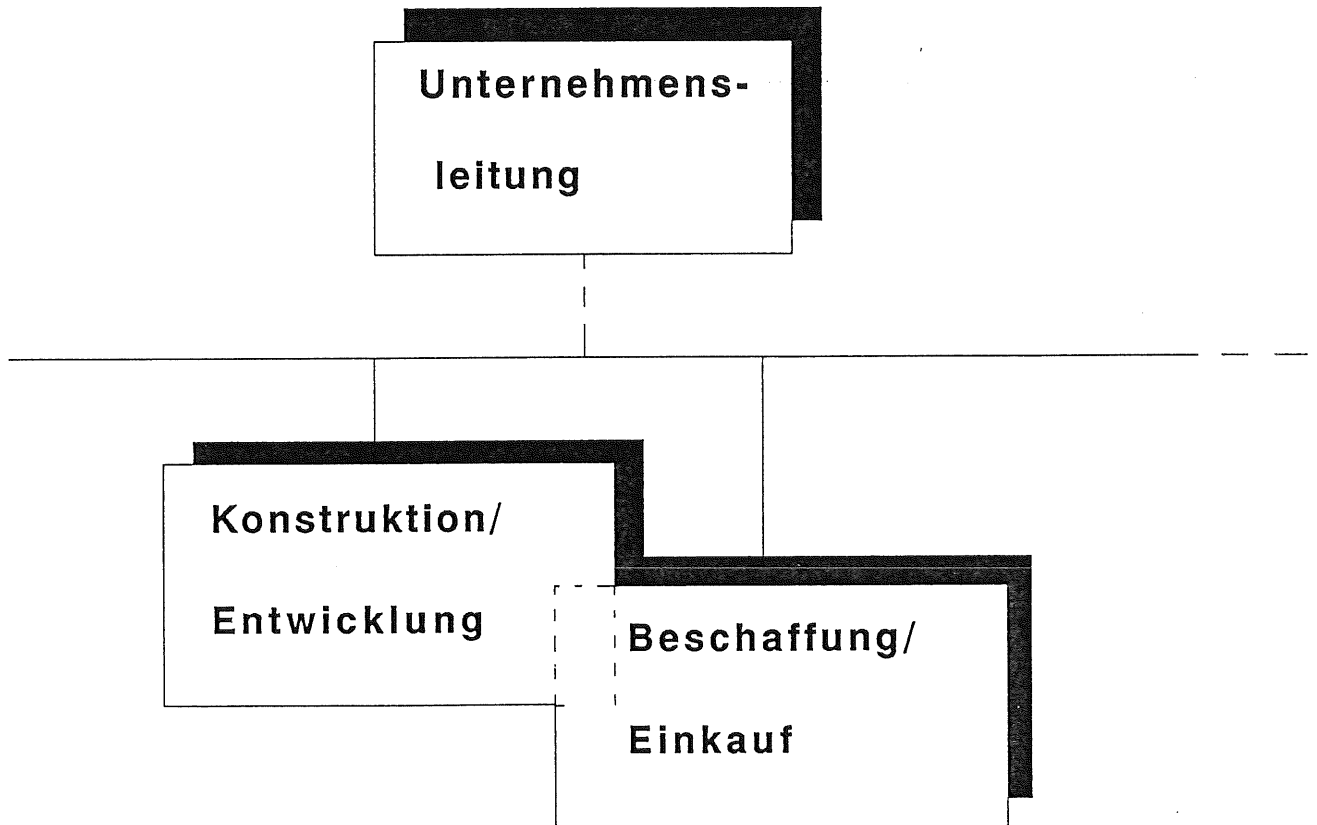


Abb. 17: Zusammenwirken zwischen Konstruktion und Beschaffung/Einkauf bei Fremdbezug in großem Umfang

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Nutzung von in der Konstruktion erstellten Daten durch andere Funktionsbereiche	2
Abb. 2: Veränderungen im Arbeitsvollzug am CAD-System	7
Abb. 3: Strategische Einflußfaktoren zur Typisierung einer Unternehmensorganisation	9
Abb. 4: Übersicht abhängiger Merkmale	19
Abb. 5: Funktionale Aufbauorganisation für Grundtyp I	21
Abb. 6: Matrixorganisation für Grundtyp I	21
Abb. 7: Funktionale Aufbauorganisation für Grundtyp II	24
Abb. 8: Matrixorganisation für Grundtyp II	25
Abb. 9: Organigramm des Grundtyps III	28
Abb. 10: Werkstattorientierte NC-Programmierung	32
Abb. 11: Integration von Konstruktion und NC-Programmierung	33
Abb. 12: Stücklistenpflege im Funktionsbereich Konstruktion	35
Abb. 13: Integratives Zusammenwirkungen von Konstruktion und Arbeitsplanung	37
Abb. 14: Arbeitsplanerstellung in der Konstruktion	38
Abb. 15: Integration von Arbeitsplanung und Konstruktion	39
Abb. 16: Einrichten einer Planstelle	40
Abb. 17: Zusammenwirken zwischen Konstruktion und Beschaffung/Einkauf bei Fremdbezug in großem Umfang	43

Literaturverzeichnis

- Bodur, A.; Luczak, H.; Müller, T.: Konstruktionsarbeit mit CAD, arbeitstechnologische, ergonomische und organisatorische Beurteilung, Teil 2, in: Zeitschrift für Organisation (zfo) 6/1986, S. 414 - 418.
- Diedenhoven, H.: Für die NC-Fertigung nutzbarer Informationsgehalt von CAD-Daten, in: CAE-Journal 5/1985, S. 58 - 65.
- Eversheim, W.: Organisation in der Produktionstechnik, Band 3: Arbeitsvorbereitung, Düsseldorf 1980.
- Frieling, E.; Sonntag, K.: Arbeitspsychologie, Bern-Stuttgart-Toronto 1987.
- Grosse-Oetringhaus, W. F.: Fertigungstypologie unter dem Gesichtspunkt der Fertigungsablaufplanung, Berlin 1974.
- Kern, W.: Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, ungekürzte Sonderausgabe, Tübingen 1984.
- Klein, B.: Integrierte Datenverarbeitung in Konstruktion und Entwicklung, in: VDI-Z 10/1986, S. 344 - 350.
- Scheer, A.-W.: CIM - Der computergesteuerte Industriebetrieb, 3. Auflage, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo 1988a.
- Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik - Informationssysteme im Industriebetrieb, 2. Auflage, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo 1988b.
- Schomburg, E.: Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und steuerungssysteme im Maschinenbau, Aachen 1980.
- Senbert, E.: Organisatorische Integration von CAD-Systemen, München-Wien 1985.
- Venjakob, M.: Reaktionsschnelle werkstattgerechte Arbeitsorganisation, in: VDI-Z 9/1988, S. 14 - 18.
- Zimmer, G.: CAD verändert die Arbeit der Konstrukteure, in: Technische Innovation und Berufliche Bildung (TIBB) 1/1986, S. 38 - 40.

Die Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Institut für empirische Wirtschaftsforschung an der Universität des Saarlandes erscheinen in unregelmäßiger Folge.

- Heft 1: A.-W. Scheer u. Th. Schönemann: TRIMDI - Ein Planspielkonzept zum Einsatz von LP-Entscheidungsmodellen, Oktober 1975; erschienen in: Schriften zur Unternehmensführung, Band 25, Wiesbaden 1978
- Heft 2: A.-W. Scheer u. Th. Schönemann: Computer Output des TRIMDI-Systems, Anhang zu: TRIMDI - Ein Planspielkonzept zum Einsatz von LP-Entscheidungsmodellen, Oktober 1975 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 3: A.-W. Scheer: Produktionsplanung auf der Grundlage einer Datenbank des Fertigungsbereichs, März 1976; erschienen unter gleichem Titel im Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 1976 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 4: C. Helber: Einführung neuer Produkte mit GERT, Juni 1976; erschienen in: Der Markt, Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Absatzwirtschaft, Heft 63, Wien 1977, S. 62 - 73
- Heft 6: L. Bolmerg: Implementierung des Hoss-Algorithmus in ein Datenbankkonzept zur Produktionssteuerung, Dezember 1976; Kurzfassung erschienen in: Angewandte Informatik, 19. Jg. (1977), Heft 3, S. 316 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 7: A.-W. Scheer: Datenschutzgesetze; Vortrag anlässlich der Generalversammlung 1976 der Buchungsgemeinschaft Saar e. G., Juli 1976; erschienen in: Angewandte Informatik, Heft 11, 1976 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 8: A.-W. Scheer: Flexible Projektsteuerung, Dezember 1976; erschienen in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 47. Jg. (1977)
- Heft 9: A.-W. Scheer u. C. Helber: Kombination von Optimierungs- und Datenermittlungsverfahren beim Investitionsproblem der Hardwareauswahl, Mai 1977; erschienen in: Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden 1978. Englische Fassung: Combination of an Optimization Model for Hardware Selection with Data Determination Methods, erschienen in: SIMULETTER (Hrsg. SIGSIM der ACM) und PER (Hrsg. SIGMETRICS der ACM) 1977 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 10: A.-W. Scheer: Produktionsplanung mit EDV, Dezember 1977; Teil I erschienen in: Das Wirtschaftsstudium 10/77, Teil II erschienen in: Das Wirtschaftsstudium 11/77, 6. Jg.
- Heft 11: L. Bolmerg, I. Dammasch, C. Helber: A Comparison of the Algorithmus of Zeleny, Isermann and Gal for the Enumeration of the Set of Efficient Solutions for a Linear Vector Maximum Problem, Dezember 1977 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 12: A.-W. Scheer: Wirtschaftsinformatik - Versuch einer Standortbestimmung, Februar 1978; erschienen in: Wirtschaft und Erziehung Nr. 6, 1978

- Heft 41: H. Krcmar: Schnittstellenprobleme EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. -28.9.83, August 1983
- Heft 42: A.-W. Scheer (Hrsg.): Factory of the Future, Vorträge im Fachausschuß "Informatik in Produktion und Materialwirtschaft" der Gesellschaft für Informatik e.V., Dezember 1983
- Heft 43: A.-W. Scheer: Einführungsstrategie für ein betriebliches Personal-Computer-Konzept, März 1984
- Heft 44: A.-W. Scheer: Schnittstellen zwischen betriebswirtschaftlicher und technischer Datenverarbeitung in der Fabrik der Zukunft, Juli 1984
- Heft 45: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert-Biehl, EPSOS-D Ein Werkzeug zur Messung der Qualität von Software-Systemen, August 1984
- Heft 46: H. Krcmar, Die Gestaltung von Computer am-Arbeitsplatz-Systemen - ablaufforientierte Planung durch Simulation, August 1984
- Heft 47: A.-W. Scheer, Integration des Personal Computers in EDV-Systeme zur Kostenrechnung, August 1984
- Heft 48: A.-W. Scheer, Kriterien für die Aufgabenverteilung in Mikro-Mainframe Anwendungensystemen, April 1985
- Heft 49: A.-W. Scheer, Wirtschaftlichkeitsfaktoren EDV-orientierter betriebswirtschaftlicher Problemlösungen, Juni 1985
- Heft 50: A.-W. Scheer, Konstruktionsbegleitende Kalkulation in CIM-Systemen, August 1985
- Heft 51: A.-W. Scheer, - Strategie zur Entwicklung eines CIM Konzeptes -Organisatorische Entscheidungen bei der CIM Implementierung, Mai 1986
- Heft 52: P. Loos, T. Ruffing, Verteilte Produktionsplanung und -steuerung unter Einsatz von Mikrocomputern, Juni 1986
- Heft 53: A.-W. Scheer, Neue Architektur für EDV-Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung, Juli 1986
- Heft 54: U. Leismann, E. Sick, Konzeption eines Bildschirmtext-gestützten Warenwirtschaftssystems zur Kommunikation in verzweigten Handelsunternehmen, August 1986
- Heft 55: D. Steinmann, Expertensysteme (ES) in der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) unter CIM-Aspekten, November 1987, Vortrag anlässlich der Fachtagung "Expertensysteme in der Produktion" am 16. und 17.11.1987 in München
- Heft 56: A.-W. Scheer: Enterprise wide Data Model (EDM) as a Basis for Integrated Information Systems, Juli 1988
- Heft 57: A.-W. Scheer: Present Trends of the CIM Implementation (A qualitative Survey), Juli 1988

- Heft 13: A.-W. Scheer: Optimal Project Management under a Present Value Objective, April 1978; Vortrag anlässlich d. European Institute for Advanced Studies in Management, Seminar am 27./28.4.78 in Brüssel
- Heft 14: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar: CAPSIM, Computer am Arbeitsplatz-Simulation, Ein Hilfsmittel zur Gestaltung wirtschaftlicher CAP-Systeme, März 1979
(wird nicht mehr verlegt)
- Heft 15: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar: Wirtschaftlichkeitsrechnung und CAP-Systeme, Ergebnisse einer Umfrage, Mai 1979
(wird nicht mehr verlegt)
- Heft 16: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar: Methoden zur Ermittlung der Auswirkungen des CAP auf Arbeitsplatzprofile, Juni 1979; erschienen in: Angewandte Informatik, 21. Jg. (1979), Heft 8
(wird nicht mehr verlegt)
- Heft 17: P. Brendel, H. Demmer, L. Kneip, H. Krcmar, G. Spies: Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge zum Anwendergespräch PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG IM DIALOG, Juli 1979
- Heft 18: A.-W. Scheer: Datenbanksysteme im Marketing, Oktober 1979
- Heft 19: A.-W. Scheer: Rationalisierung durch EDV-Einsatz im Fertigungsbereich - Schwerpunkte und Tendenzen im Maschinenbau, November 1979; Vortrag auf der VDMA/DMI-Informationstagung 'Datenverarbeitung mit Bildschirmen in Klein- und Mittelbetrieben des Maschinenbaues - Erfahrungsberichte' am 28./29. November 1979 in Hannover
- Heft 20: A.-W. Scheer: Datenverwaltung im Fertigungsbereich, Januar 1980; ersch. in: Informatik Spektrum
- Heft 21: A.-W. Scheer: Elektronische Datenverarbeitung und Operations Research im Produktionsbereich, Februar 1980, ersch. in OR-Spektrum
- Heft 22: A.-W. Scheer: Kriterien für integrierte betriebswirtschaftliche Lösungen mit den heutigen Möglichkeiten der EDV, März 1980; Vortrag anlässlich des SIEMENS-Seminars "Datenverarbeitung in der Grundstoff- und Investitionsgüterindustrie" am Eibsee vom 3. - 5.3.1980
(wird nicht mehr verlegt)
- Heft 23: I.E. Dammasch: Effizienz varianzreduzierender Methoden bei der Simulation, August 1980
- Heft 24: T. Brettar u. G. Schmeer: Übersicht über Programme zur Kostenrechnung September 1980, überarbeitete Fassung einer Hausarbeit zum Seminar zur Wirtschaftsinformatik im Sommer-Semester 1980, Leitung: Prof. Dr. A.-W. Scheer
(wird nicht mehr verlegt)
- Heft 25: A.-W. Scheer, 3 Beiträge zu aktuellen Problemen der Produktionsplanung mit EDV, Dezember 1980
- Heft 26: L. Kneip, A.-W. Scheer, N. Wittemann, PROMOS, Ein Produktionsplanungs-Modellgenerator-System zur Bestimmung des Primärbedarfs im Rahmen eines PPS-Systems, Januar 1981
(wird nicht mehr verlegt)

- Heft 27: C.-O. Zacharias, Ein heuristisches Verfahren zur Behandlung des LOST-SALES Falles bei der (s,S,T) - Bestellpolitik, Februar 1981
- Heft 28: R. Brombacher, DEMI, Dezentrales Marketing-Informationssystem Dialogsystem zur Auswahl geeigneter Datenanalyse- und Prognoseverfahren, Juli 1981
- Heft 29: A.-W. Scheer, 3 aktuelle Beiträge zur Datenverwaltung, März 1982 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 30: A.-W. Scheer, Neue Chancen für eine sinnvoll integrierte Produktionsplanung und -steuerung, März 1982, Vortrag anlässlich des Anwenderforums 1981 "Betriebsdatenerfassung und Fertigungssteuerung auf dem Prüfstand der Praxis" am 5.-6. Okt. 81 in Zürich
- Heft 31: A.-W. Scheer, Stand und Trend von Planungs- und Steuerungssystemen für die Produktion in der Bundesrepublik Deutschland, März 1982, Vortrag anlässlich des Kongresses PPS 81 in Böblingen vom 11. -13.11.81 (wird nicht mehr verlegt)
- Heft 32: A.-W. Scheer, Einfluß neuer Informationstechnologien auf Methoden und Konzepte der Unternehmensplanung, März 1982, Vortrag anlässlich des Anwendergespräches "Unternehmensplanung und Steuerung in den 80er Jahren in Hamburg vom 24. - 25. 11. 1981
- Heft 33: A.-W. Scheer, Disposition- und Bestellwesen als Baustein zu integrierten Warenwirtschaftssystemen, März 1982, Vortrag anlässlich des gdi-Seminars "Integrierte Warenwirtschafts-Systeme" in Zürich vom 10. -12. Dezember 1981
- Heft 34: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert, EPSOS - Ein Ansatz zur Entwicklung prüfungsgerechter Software-Systeme, Saarbrücken, im Mai 1982
- Heft 35: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert, EPSOS-D, Konzept einer computergestützten Prüfungsumgebung, Saarbrücken, im Juli 1982
- Heft 36: A.-W. Scheer, Rationalisierungserfolge durch Einsatz der EDV - Ziel und Wirklichkeit, im August 1982, Vortrag anlässlich der 3. Saarbrücker Arbeitstagung "Rationalisierung" in Saarbrücken vom 4. - 6. 10. 1982
- Heft 37: A.-W. Scheer, DV-gestützte Planungs- und Informationssysteme im Produktionsbereich, September 1982
- Heft 38: A.-W. Scheer, Interaktive Methodenbanken: Benutzerfreundliche Datenanalyse in der Marktforschung, Mai 1983
- Heft 39: A.-W. Scheer, Personal Computing - EDV-Einsatz in Fachabteilungen, Juni 1983
- Heft 40: A.-W. Scheer, Strategische Entscheidungen bei der Gestaltung EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, August 1983, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. -28.9.83

- Heft 58: A.-W. Scheer: CIM in den USA - Stand der Forschung, Entwicklung und Anwendung, November 1988
- Heft 59: R. Herterich, M. Zell: Interaktive Fertigungssteuerung teilautonomer Bereiche, November 1988
- Heft 60: A.-W. Scheer, W. Kraemer: Konzeption und Realisierung eines Expertenunterstützungssystems im Controlling, Januar 1989
- Heft 61: A.-W. Scheer, G. Keller, R. Bartels: Organisatorische Konsequenzen des Einsatzes von Computer Aided Design (CAD) im Rahmen von CIM, Januar 1989