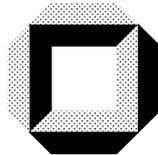


Informationstechnische Verteilungsanforderungen in Maschinenbauunternehmen

**L. Keller, A. Grosse, J. Hartroth,
D. Kottmann, H.-M. Kern**



Interner Bericht 39/95

Universität Karlsruhe, Fakultät für Informatik

Oktober 1995

Zusammenfassung

Moderne ingenieurwissenschaftliche Anwendungen stellen aufgrund ihrer starken Verzahnung und dem massiven Datenaufkommen hohe Anforderungen an die informationstechnische Unterstützung. In verschiedenen Bereichen der Informatik, wie z.B. im Rahmen von Datenbanken und von verteilten Systemen, wird seit einigen Jahren an geeigneten Konzepten für ihre Unterstützung gearbeitet. Diese Konzepte entbehren im Bereich der Verteilungstechnologie allerdings bis heute einer empirischen Untermauerung.

Ende 1994 wurde dies zum Anlaß genommen, eine empirische Studie in deutschen Maschinenbauunternehmen durchzuführen. Die Ziele dieser Studie waren die Erfassung des Standes und der tendenziellen Entwicklung von Anforderungen an Verteilungsmechanismen innerhalb dieser Unternehmen. Dieser Beitrag faßt die hieraus ermittelten Ergebnisse zusammen und diskutiert sie im Rahmen der bisherigen technischen Fortschritte.

Abstract

Modern mechanical engineering applications in the area of simultaneous/concurrent engineering are characterized by their interleaving activities and the big data volume that has to be handled. These requirements call for an integrated distributed information system which is adequate in aspects like database technology and distribution technology. Up to now, no empirical study has examined the required distribution support for modern mechanical engineering applications.

This paper presents the results of a study performed under participation of german mechanical companies. The main goal of this study was to apprehend the actual standard and the future trends of distribution requirements of these companies. The results are discussed in the context of current and emerging technology.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Kontext der empirischen Studie	3
2.1	Zielsetzung	3
2.2	Logistik	4
2.3	Konsolidierung der Studie	5
2.3.1	Auswertung der Grundgesamtheit	5
2.3.2	Unternehmensprofil	6
2.3.2.1	Unternehmensgröße	6
2.3.2.2	Firmenbeschreibung	7
2.3.2.3	Standorte des Unternehmens	7
2.3.3	Beantwortungsprofil	8
2.3.3.1	Perspektive der Beantwortung	8
2.3.3.2	Regionale Begrenzungen des Arbeitsplatzes	9
2.3.3.3	Aufgabenfelder der Haupttätigkeiten	9
2.3.4	Aktuelles informationstechnisches Profil	10
2.3.4.1	Einschätzung der EDV-Unterstützung im Unternehmen	10
2.3.4.2	Hardwareausstattung	10
2.3.4.3	Vernetzung	11
3	Ergebnisse der Studie	13
3.1	Informationsfluß im Unternehmen	13
3.1.1	Zusammenarbeit im Unternehmen	13
3.1.2	Quantifizierung der Datenmenge/Ausprägung der Daten	15
3.1.3	Anzahl Mitverwender der Daten	16
3.1.4	Datenaustausch zwischen Abteilungen/Funktionen	16
3.1.5	Entfernungen zwischen Kommunikationspartnern	17

3.1.6	Abstände zwischen einzelnen Datenaustauschvorgängen	18
3.1.7	Mehrfache Haltung von Daten	19
3.1.8	Abgleich mehrfach gehaltener Daten	20
3.2	Verwaltung und Weitergabe von Informationen im Unternehmen	21
3.2.1	Prinzipien bei Informationsverbreitung	21
3.3	Verfügbarkeit von Daten	23
3.3.1	Tolerierbare Verzögerungen beim Datenzugriff	23
3.3.2	Schäden bei Nicht-Verfügbarkeit von Daten	24
3.3.3	Alternativer Datenzugriff bei Nicht-Verfügbarkeit von Daten	26
3.4	Unvollständige und unkorrekte Daten	28
3.4.1	Tolerierbarkeit veralteter und unvollständiger Daten	28
3.4.2	Erkennen veralteter und unvollständiger Daten	29
3.4.3	Schäden bei veralteten und unvollständigen Daten	31
4	Anforderungen an integrierte Informationssysteme	33
4.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	33
4.1.1	Datenhaltung	33
4.1.2	Informationszugriff und -weitergabe	34
4.2	Bestehende Technologie	35
5	Sonderforschungsbereich 346	39
5.1	Übersicht	39
5.2	Rolle des Instituts für Telematik	41
6	Conclusio und Danksagung	43
	Literaturverzeichnis	45
A	Fragebogen	49

Kapitel 1

Einleitung

Der weltweite Wettbewerb erfordert von Unternehmen eine schnelle Anpassung an Marktveränderungen und Kundenwünsche. Maßnahmen der Industrie waren hierzu in der Vergangenheit eine Vergrößerung der Variantenzahl von Produkten, die Verbesserung der Produktionsverfahren und einzelner Informationsverarbeitungssysteme (z.B. PPS) und eine Verkettung automatisierter Systeme (CAD/CAM), sowie die Verlagerung von Betriebsstätten in Billiglohnländer [SFB346].

Da diese Maßnahmen dem heutigen Wettbewerbsdruck noch nicht genügen, werden heutzutage umfassende Änderungen in der Ablauf- und Aufbauorganisation verfolgt. Diese lassen sich häufig durch Schlagworte, wie z.B. Simultaneous Engineering, Lean Production und Fraktale Fabrik, charakterisieren. Jede der genannten Maßnahmen gestattet eine effiziente und wirksame Verbesserung heutiger Prozeßketten.

Die technische Umsetzung dieser neuen Maßnahmen bringt jedoch eine Reihe neuer Probleme mit sich. So muß z.B. die informationstechnische Vernetzung unterschiedlicher entfernter Standorte mit einer Datenweitergabe nicht nur in Richtung des Produktionsprozesses sondern auch entgegengesetzt (Produkt/Produktionsdatenkohärenz) sichergestellt werden. Auch bedarf es neuer Techniken, um das Arbeiten mit unvollständigen und zum Teil mit unsicheren Daten bei parallel-versetzt laufenden Prozessen zu ermöglichen. Es treten vielschichtigere Probleme auf, wie die Planung von Betriebsmitteln und die der Organisationsformen für ein Unternehmen, die im Verbund arbeiten, sowie die Gestaltung von Arbeitsplätzen für komplexer werdende Aufgaben. Zudem stellt die systematische Erhaltung und die Nutzung von ingenieurtechnischem Wissen bereits heute eine wesentliche Problemdimension dar, die letztlich für die Qualität von Produkten und Prozessen aber auch für die Verkürzung von Abläufen entscheidend ist.

Um diesen neuen technischen Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es einer integrierten Informationstechnik, die parallele Prozesse, Kooperation und Ausnutzung von verfügbarem Wissen ermöglicht. Untersuchungen zur Bereitstellung einer solchen Informationstechnik wurden bisher in erster Linie im Kontext der Vereinheitlichung der Datenverwaltung vollzogen. Hier sei speziell auf die Produktdatenverwaltung mit dem Standard STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) [Owe93] hingewiesen, der im Rahmen von ISO TC 184/SC4 entwickelt und genormt wurde. STEP legt die Produktdaten über den gesamten Produktlebenszyklus in einer rechnerverarbeitbaren, implementierungsneutralen Beschreibungsform fest. Anforderungen hinsichtlich der ebenfalls notwendigen informationstechnischen Vernetzung entfernter Standorte wurden bisher allerdings nur in wenigen

Aspekten untersucht. So gibt es Standards im Bereich der Kommunikation, wie MAP [Sup85], oder im Bereich des Datenaustauschs, wie VDA in der Automobilindustrie oder IGES (Initial Graphics Exchange Specification). MAP (Manufacturing Automation Protocol) ist ein seit 1980 von General Motors geleitetes Projekt zur Festlegung einer Architektur und der Spezifikation von Kommunikationsprotokollen für die Fertigungsumgebung. Eine ausführliche Diskussion über Daten- und Dokumentenaustauschstandards ist in [War93] zu finden.

Nicht untersucht wurden hingegen die Anforderungen im Hinblick auf weitergehende Fragestellungen, wie Anforderungen an die Fehlertoleranz, die technische Unterstützung der Kooperation über gemeinsame Daten oder an zu unterstützende Zugriffs- und Lokationscharakteristiken. So stützen sich die heutigen informationstechnischen Entwicklungen zum Einsatz im Maschinenbau oft auf Annahmen, die bisher noch nicht empirisch untermauert sind.

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 346 (Rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen) der DFG, kurz SFB 346, wurde Ende 1994 eine empirische Studie durchgeführt, die die Anforderungen der Anwender an die informationstechnische Infrastruktur unter Berücksichtigung einer integrierten, verteilten Datenhaltung untersucht [Ker94]. Als Zielgruppe wurden deutsche Maschinenbauunternehmen befragt. Das Ziel der Studie war es, die Aspekte zu behandeln, die über die bloße gemeinsame Behandlung von Daten und deren Austausch hinausgehen. Spezieller Blickwinkel war hierbei die mögliche Integration der Datenhaltung mit Verteilungsmechanismen.

In diesem internen Bericht werden die Ergebnisse dieser Studie zusammengefaßt. Hierzu werden im folgenden Kapitel die Rahmenbedingungen der Studie beschrieben und die Grundgesamtheit der antwortenden Unternehmen analysiert. Kapitel 3 faßt die gewonnenen Ergebnisse zusammen. Hierzu wurden die Antworten der Teilfragen im Fragebogen, der im Anhang zu finden ist, einzeln ausgewertet. In Kapitel 4 werden die ermittelten Ergebnisse aus einer globaleren Sicht zusammengefaßt. Zudem werden sie aktuellen Tendenzen im Forschungsbereich gegenübergestellt. Der Beitrag endet nach einer kurzen Darstellung des Sonderforschungsbereichs 346 mit einer Zusammenfassung.

Kapitel 2

Kontext der empirischen Studie

In diesem Kapitel wird das Umfeld der empirischen Studie behandelt. Hierzu wird zunächst die Zielsetzung der Studie dargestellt. Danach werden der Ablauf der Studie behandelt sowie logistische Probleme erläutert. Abschließend wird die Grundgesamtheit der eingegangenen Antworten analysiert und der aktuelle Stand der Informationsunterstützung der antwortenden Unternehmen dargestellt.

2.1 Zielsetzung

Moderne ingenieurwissenschaftliche Anwendungen zeichnen sich durch die starke Verzahnung ihrer Aktivitäten und ihr massives Datenaufkommen aus. Sie stellen damit hohe Anforderungen an ein zugrundeliegendes informationstechnisches System. Durch die Struktur heutiger Maschinenbauunternehmen und die zunehmende Internationalisierung ihrer Beziehungen werden weitere Anforderungen an ein solches System gestellt, die die Verteilungsmechanismen betreffen. Für diese Bereiche wurden in den vergangenen Jahren Konzepte und Mechanismen entwickelt, die den informationstechnischen Ablauf innerhalb eines Unternehmens unterstützen.

Die aktuellen informationstechnischen Entwicklungen im Maschinenbau basieren jedoch meist auf Annahmen, die nicht empirisch untermauert sind. Dies wurde Ende 1994 im Rahmen des SFB 346 zum Anlaß genommen, eine empirische Studie durchzuführen. Ziel der Studie war es, die Anforderungen der Anwender im Maschinenbau an eine informationstechnische Unterstützung zu untersuchen. Hierbei standen die gerade in Einführung befindlichen Technologien, wie z.B. die Vereinheitlichung der Datenverwaltung, die Kommunikationsstandards und die Datenaustauschstandards, nicht im Vordergrund. Vielmehr interessierten weitergehende Konzepte zur technischen Kooperationsunterstützung, der Fehlertoleranz und der verteilten Systeme, um den zukünftigen Marktanforderungen gerecht zu werden.

Die Überprüfung dieses Anspruches anhand der praktischen Anforderungen der Anwender soll mit der empirischen Studie geleistet werden. Hierzu sollte nicht nur der aktuelle Stand, sondern auch die tendenzielle Entwicklung von Anforderungen an Verteilungsmechanismen innerhalb eines Unternehmens erfaßt werden.

Als Zielgruppe der Studie wurden deutsche mittelständische Maschinenbauunternehmen ausgewählt. Da auf das Adressenmaterial des Institutes für Rechneranwendung in Pla-

nung und Konstruktion zurückgegriffen werden konnte, wurden die Zielgruppe auch um Profitcenter größerer Unternehmen erweitert, um einen ausreichenden Rücklauf zu sichern.

2.2 Logistik

Zur Durchführung der empirische Studie wurde aufgrund des personellen und zeitlichen Aufwandes die Fragebogenform ausgewählt. Aufgrund der zu berücksichtigenden Zielgruppe und der genannten Aufgabenstellung ergaben sich hierbei folgende grundlegende Anforderungen an den zu erarbeitenden Fragebogen:

- Die Umsetzung der formalen Sprache der Informatik in eine umgangssprachliche, dem verschiedenen Informatik-Background der Anwender angemessene Sprache, da der Fragebogen den Anwendern nur zugeschickt und keine Interview-Technik angewandt wurde, die eine Erläuterung bestimmter Sachverhalte aus der Befragungssituation heraus durch den Interviewer erlaubt hätte.
- Verschiedenste Funktionsträger im Unternehmen sollten den Fragebogen aus ihrer Sicht heraus beantworten können. Da aus dem verfügbaren Adreßmaterial die Stellung des jeweiligen Ansprechpartner im Unternehmen nicht ermittelt werden konnte, mußte die Studie für unterschiedliche Personengruppen konzipiert werden. Drei Sichten erschienen hierbei sinnvoll: die Sicht des Sacharbeiters oder des Meisters, die Sicht des Gruppen- oder Abteilungsleiters und die Gesamtsicht über das Unternehmen.
- Es sollten einfache Konsistenzprüfungen innerhalb des Fragebogens möglich sein, um offensichtlich falsche und unkorrekte Angaben sofort erkennen zu können.
- Der Beantworter im Unternehmen sollte explizit dazu motiviert werden, seine persönlichen Zukunftsvorstellungen getrennt von der Darstellung des heutigen Standes einzubringen und zu formulieren.
- Dem Beantworter sollte eine Abbildung der Fragen auf seine betrieblichen Gegebenheiten durch Beispiele erleichtert werden.

Gemäß diesen Anforderungen wurde die Studie wie folgt durchgeführt. Nach der Konzeptionierung des Fragebogens wurden zwei Testphasen durchgeführt, um den Fragebogen auf seine Praxistauglichkeit zu prüfen. In einem Alpha-Test wurde der Fragebogen von zwei wissenschaftlichen Mitarbeitern verschiedener Maschinenbauinstitute der Universität Karlsruhe überprüft, um formale und inhaltliche Mängel zu beseitigen. Anschließend wurde der modifizierte Fragebogen zwei Mitarbeitern von Maschinenbauunternehmen vorgelegt. Es war dies zum einen ein Ingenieur einer Planungs- und Konstruktionsabteilung und zum anderen ein Informatiker, der in der internen Beratung eines Maschinenbauunternehmens tätig ist.

Da in der Mehrheit der Unternehmen noch herkömmliche Infrastrukturen und technische Hilfsmittel eingesetzt werden, wurde von einer klassischen Unternehmensstruktur ausgegangen. Es wurden die sieben Unternehmensfunktionen Forschung & Entwicklung (F&E), Konstruktion, Planung/Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Vertrieb, Verwaltung und Einkauf/Logistik unterschieden.

Der ausführliche Fragebogen, der an die Unternehmen verschickt wurde, ist in Anhang A beigelegt. Er gliedert sich in 6 Abschnitte:

- **Einleitende Fragen**
In diesem Abschnitt wurden die Grundlagen für die Beantwortung des Fragebogens erfragt. Sie umfassen u.a. die Firmengröße, die regionale Begrenzung der Tätigkeit des Beantworters und die Verteilung der Firma auf Standorte.
- **Informationstechnische Infrastruktur**
Hier wurden Fragen zur aktuellen Vernetzung, zu vorhandenen Hardwarearchitekturen und zu den Aufgabenbereichen des Beantworters gestellt.
- **Informationsfluß im Unternehmen**
Gegenstand dieses Abschnittes waren Fragen zur Verteilung der Daten, der Zugriffscharakteristiken und der Aufteilung der Daten in lokale und bereichsübergreifende Teilmengen.
- **Verwaltung und Weitergabe von Informationen im Unternehmen**
In diesem Abschnitt wurden Aspekte der zeit- und inhaltsgerechten Bereitstellung von Informationen innerhalb des Unternehmens untersucht.
- **Verfügbarkeit von Daten**
Fragen zur Datenverfügbarkeit, zur Tolerierung einer Nichtverfügbarkeit sowie den daraus resultierenden Schäden wurden in diesem Abschnitt behandelt.
- **Unvollständige und unkorrekte Daten**
Neuere Organisationsformen, wie z.B. Simultaneous Engineering, erfordern das Arbeiten mit inkonsistenten Daten. In diesem Abschnitt wurden die Anforderungen der Anwender an die Datenkonsistenz sowie die bei auftretenden Inkonsistenzen resultierenden Schäden behandelt.

2.3 Konsolidierung der Studie

In diesem Abschnitt wird zunächst der Rücklauf der eingegangenen Fragebögen qualitativ und quantitativ bewertet. Diese Bewertung stellt damit die Konsolidierung der empirischen Studie dar. Auf die inhaltlichen Ergebnisse hinsichtlich der informationstechnischen Anforderungen in Maschinenbauunternehmen wird dann im folgenden Kapitel ausführlich eingegangen.

2.3.1 Auswertung der Grundgesamtheit

Der Fragebogen wurde an 248 ausgewählte Unternehmen versandt. Nach ca. 3-5 Tagen wurde bei den einzelnen Ansprechpartnern telefonisch nachgefaßt. Dabei ergab sich als Grundtenor insbesondere die Belastung der Unternehmen durch viele Fragebogenaktionen und Umfragen von Forschungseinrichtungen, Behörden oder Verbänden. Daher konnten nur einzelne Unternehmen für eine Rücksendung des Fragebogens gewonnen werden.

Der Rücklauf wegen unbekanntem Ansprechpartner, liquidierten Unternehmen etc. umfaßte:

$$35 = 14,1\%$$

Dabei muß von einer erheblich höheren Dunkelziffer ausgegangen werden, da nicht davon ausgegangen werden kann, daß die Poststellen aller Unternehmen die Fragebögen entsprechend zurückgewiesen haben. Die im folgenden angegebenen Prozentzahlen beziehen sich also auf $248 - 35 = 213$ Unternehmen als Gesamtheit der befragten Unternehmen.

Schriftliche oder telefonische Ablehnung

$$17 = 8\% \text{ von } 213 \text{ Unternehmen}$$

Telefonische Rückfragen durch Unternehmen

$$8 = 8,5\% \text{ von } 213 \text{ Unternehmen}$$

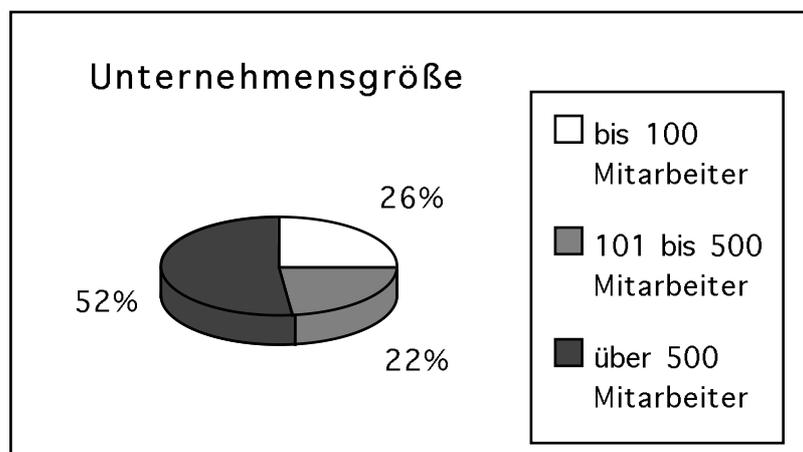
Rücklauf an Fragebögen

$$23 = 10,8\% \text{ von } 213 \text{ Unternehmen}$$

Dieser Wert ist vor dem Hintergrund der üblichen Rücklaufquoten von Fragebogenaktionen durchaus positiv zu beurteilen. So berichtet Meffert in [Mef92] von Rücklaufquoten zwischen 5 und 30%, wobei die besten Werte allerdings immer auf Anreizstrukturen, wie z.B. Preisausschreiben und Rabatte, zurückzuführen sind.

2.3.2 Unternehmensprofil

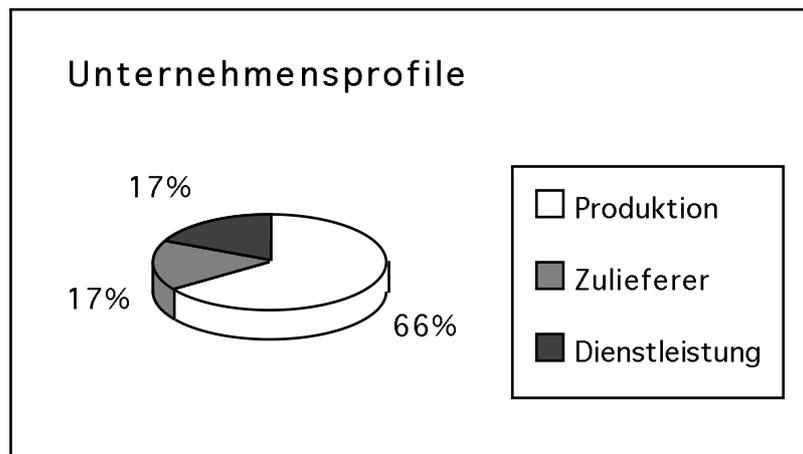
2.3.2.1 Unternehmensgröße



Über die Hälfte der antwortenden Unternehmen beschäftigen über 500 Mitarbeiter. Jeweils knapp ein Viertel der Unternehmen haben bis 100 Mitarbeiter bzw. zwischen 100 und

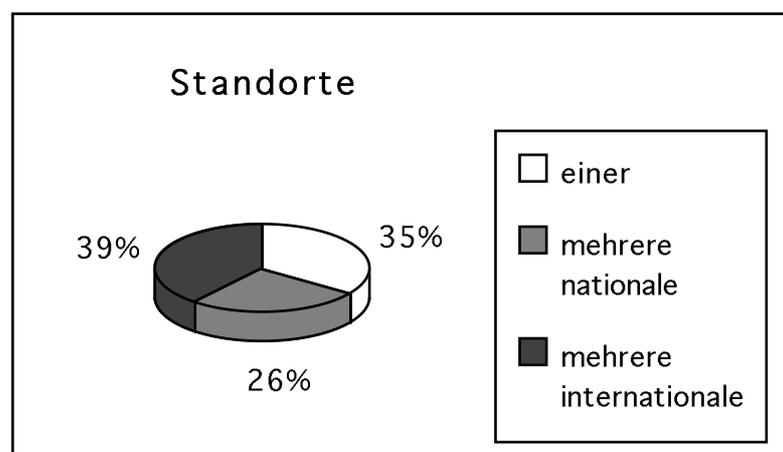
500 Mitarbeiter. Da aufgrund des vorliegenden Adressenmaterials auch größere Firmen (bis zu 4000 Mitarbeitern) zu den Beantwortern des Fragebogens zählten, andererseits insbesondere gerade aber kleine und mittlere mittelständische Unternehmen von Interesse waren, werden in der folgenden Auswertung Unternehmen bis 500 und Unternehmen über 500 Mitarbeiter dort, wo sich unterschiedliche Aussagen und Antworten ergaben, getrennt voneinander betrachtet.

2.3.2.2 Firmenbeschreibung



Von den befragten Unternehmen bezeichneten sich zwei Drittel als Produktionsbetriebe, was den im Rahmen des SFB 346 betrachteten Unternehmen entspricht. Unter Einbeziehung der Unternehmen, die sich als Zulieferer bezeichneten, waren 83% der befragten Unternehmen produzierend tätig.

2.3.2.3 Standorte des Unternehmens



65% der antwortenden Unternehmen hatten Niederlassungen an mehr als einem Standort, Unternehmen über 500 Mitarbeiter hatten bis auf zwei Ausnahmen grundsätzlich mehrere Standorte (national und international). Gerade produzierende Unternehmen müssen sich

immer mehr dem internationalen Wettbewerb stellen und damit auch selbst international tätig werden, um ihre Stellung im Markt zu verbessern. Damit ergibt sich für eine wie im SFB 346 zu erarbeitende Informationstechnologie die Aufgabe, eine Infrastruktur zu schaffen, die eine Verteilung von Daten auch über Standorte ermöglicht, die nicht mehr mit LAN-Umgebungen zu verbinden sind.

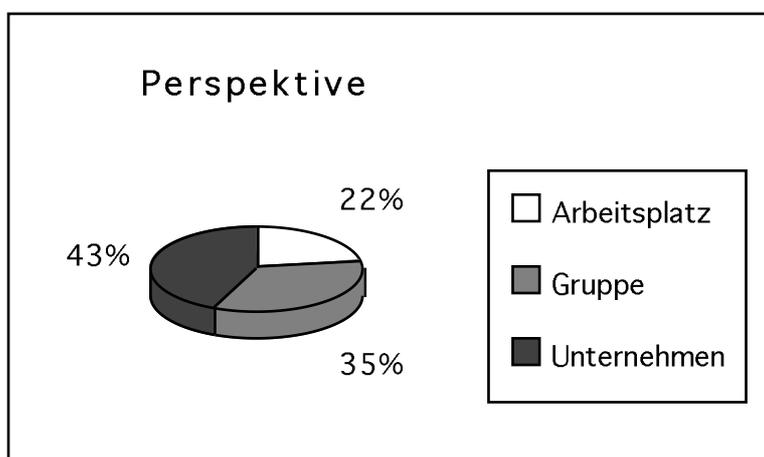
2.3.3 Beantwortungsprofil

2.3.3.1 Perspektive der Beantwortung

Wie oben erwähnt, wurde der Fragebogen so konzipiert, daß er von verschiedenen Personengruppen eines Unternehmens aus beantwortet werden konnte. Die Auswertung der eingehenden Fragebögen ergab, daß

- aus Sicht des Arbeitsplatzes 5 = 22%
- aus Sicht der Abteilung/Arbeitsgruppe 8 = 35%
- aus Sicht des gesamten Unternehmens 10 = 44%

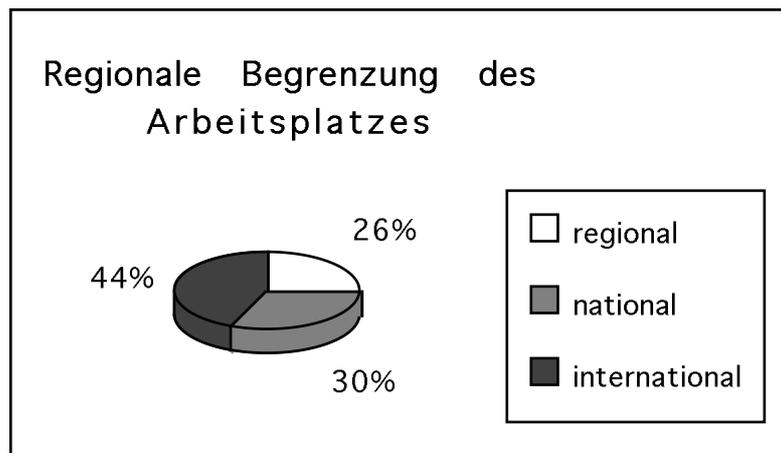
beantwortet wurden.



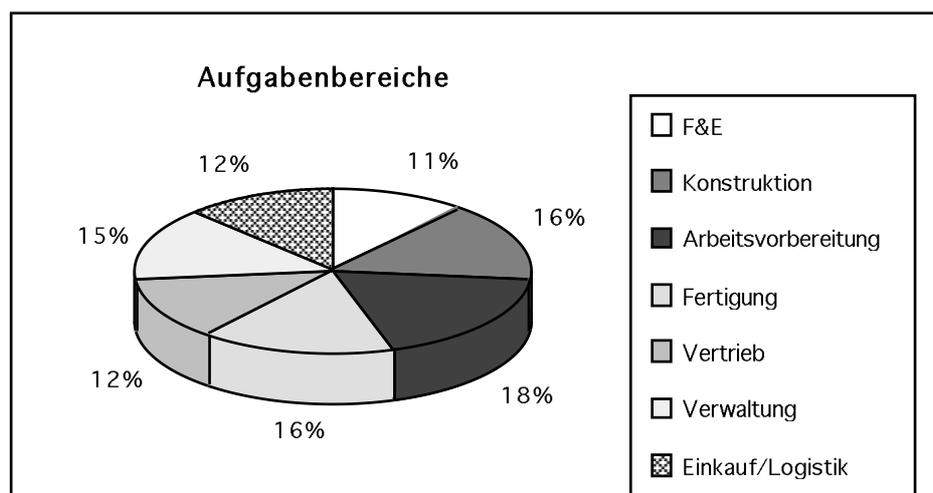
Da unter den Ansprechpartnern der Unternehmen offensichtlich sehr viele leitende Mitglieder waren (dies ergab sich auch aus der telefonischen Nachfaßaktion), wurden über 40% der Fragebögen aus Unternehmenssicht beantwortet. Hierzu erwies sich die im Fragebogen verwendete Technik der Tabelle, wie sie im Anhang A zu sehen ist, als sehr praktisch, da damit auch Angaben über mehrere Unternehmensbereiche gemacht werden können. Insgesamt wurde von mehr als 50% der Beantworter die Möglichkeit genutzt, über mehrere Bereiche Aussagen zu machen. 22% der Befragten beantworteten den Fragebogen zwar aus Sicht ihres Arbeitsplatzes, machten aber zum Teil von der Möglichkeit Gebrauch, ihre Haupttätigkeiten verschiedenen Unternehmensfunktionen zuzuordnen.

2.3.3.2 Regionale Begrenzungen des Arbeitsplatzes

Anwender, die den Fragebogen aus Arbeitsplatz- oder Abteilungssicht beantworteten und deren Unternehmen auf mehrere Standorte verteilt waren, gaben zu über 70% an, daß ihre Tätigkeit nicht nur regional begrenzt, sondern auch Auswirkungen auf andere Standorte und Zusammenarbeit mit den anderen Standorten erfordert. Die unterstützende Informationstechnologie muß also, wie auch schon in der Auswertung in Abschnitt 2.3.2.3 gefordert, den dazu notwendigen Datenaustausch ermöglichen bzw. die jeweiligen Anwendungen entsprechend integrieren.



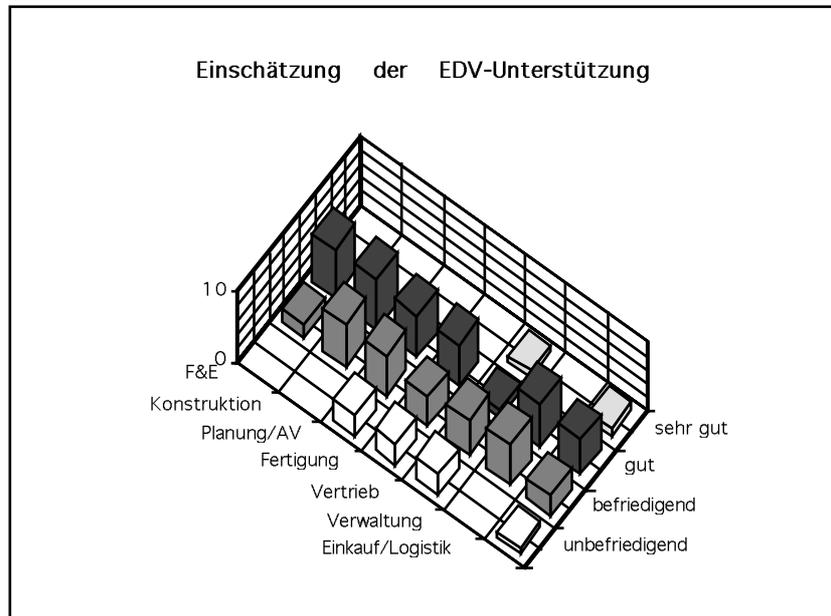
2.3.3.3 Aufgabenfelder der Haupttätigkeiten



Trotz des zur Verfügung stehenden, weitgehend ungeprüften Adreßmaterials konnten mit dem Fragebogen alle Unternehmensbereiche gleichmäßig abgedeckt werden. Dies ist insbesondere auf die Möglichkeit zurückzuführen, den Fragebogen auch aus Unternehmenssicht zu beantworten.

2.3.4 Aktuelles informationstechnisches Profil

2.3.4.1 Einschätzung der EDV-Unterstützung im Unternehmen

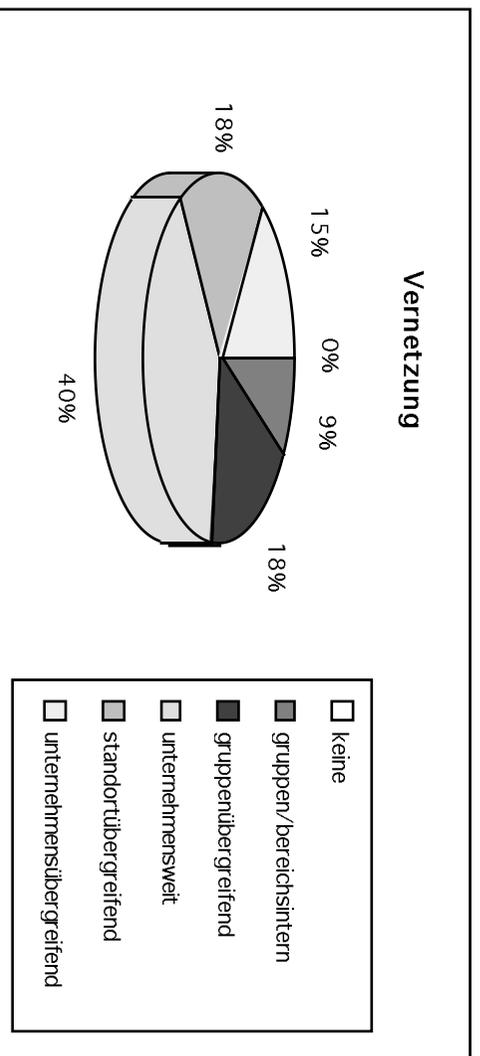
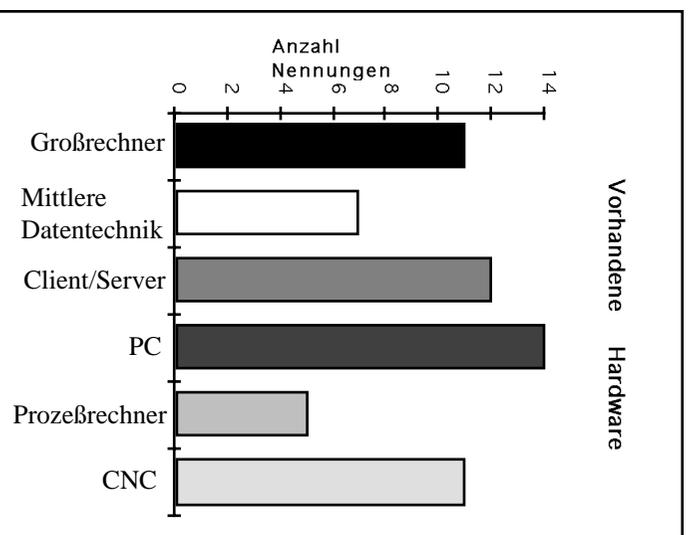


Die Qualität der den einzelnen Aufgabenbereichen zur Verfügung stehenden EDV-Systeme wird durchweg als meist zufriedenstellend bis gut bezeichnet. Einzig die EDV-Unterstützung im Funktionsbereich Planung/AV, Fertigung und Vertrieb wird überdurchschnittlich oft nur mit unbefriedigend bewertet. Gründe für diese Unzufriedenheit könnten sein:

- Systeme sind zwar vorhanden, aber in der Funktionalität eingeschränkt.
- Systeme sind zwar vorhanden, aber unzureichend miteinander integriert.
- Systeme genügen nicht den Realzeitanforderungen (z.B. in der Fertigung).
- Systeme weisen eine unzureichende Integration von mobilen Komponenten auf (Mobile Computing).

2.3.4.2 Hardwareausstattung

Die EDV-Landschaft in den Unternehmen kann als heterogen bezeichnet werden. Bei über 90% der Unternehmen koexistieren zumindest 2 verschiedene Architekturen wie Großrechner und PC oder Client-Server-Systeme und PC. Bei über 90% der Unternehmen werden in der Fertigung zumindest CNC-Maschinen, bei 50% der Unternehmen werden Prozeßrechner in der Fertigung eingesetzt. Für die zukünftige Informationstechnologie ergibt sich hier insbesondere die Aufgabe, diese verschiedenartigen und, bedingt durch die relativ langen Innovationszyklen in den Unternehmen, auch in Zukunft unterschiedlichen Architekturen zu integrieren und vorhandene Anwendungen einzubeziehen, um die Akzeptanz für neue Technologien im Unternehmen zu erhöhen.



2.3.4.3 Vernetzung

Auffällig ist hier, daß alle Unternehmen zumindest eine triviale Art der Vernetzung von Arbeitsplätzen bedingt durch die vorhandene Hardwarearchitektur (z.B. Großrechner oder mittlere Datentechnik) realisiert haben. 55% der Unternehmen, die mehrere (nationale oder internationale) Standorte aufweisen, gaben an, keine standortübergreifende Vernetzung realisiert zu haben. Über die Art der standortübergreifenden Vernetzung wurden keine Angaben gemacht.

Kapitel 3

Ergebnisse der Studie

Dieses Kapitel diskutiert die Teilergebnisse, die aus dem Rücklauf der Fragebogenaktion ermittelt werden konnten. Das zugrundeliegende Zahlenmaterial ist in [Ker94] beschrieben. Hierzu wird zunächst die jeweilige zu untersuchende Fragestellung des Fragebogens in einem doppeltgerahmten Kasten genannt. Anschließend werden die Ergebnisse der eingegangenen Antworten interpretiert. Zudem werden in Diagrammen das Datenmaterial veranschaulicht. Der Fragebogen ist als Ganzes im Anhang A zu finden.

3.1 Informationsfluß im Unternehmen

3.1.1 Zusammenarbeit im Unternehmen

Mit welchen der folgenden Unternehmensbereichen oder -funktionen arbeiten Sie hauptsächlich zusammen? Wie wird sich die Häufigkeit dieser Zusammenarbeit Ihrer Meinung nach in Zukunft entwickeln? Bewerten Sie die Häufigkeit der Zusammenarbeit mit Werten von 1 (selten) bis 5 (permanent).

Bei der Beantwortung ist die Einschätzung der Befragten auffällig, daß die Zusammenarbeit zwischen allen Unternehmensfunktionen in Zukunft intensiviert werden muß, um sich im Wettbewerb zu behaupten (Abb. 3.1). Dabei ist zu beachten, daß insbesondere die Zusammenarbeit mit Zulieferern, Einkauf/Logistik (bei Betrachtung der Gesamtsummen der angegebenen Differenzen in Abb. 3.2) und die Einbindung der F&E-Abteilung intensiviert werden muß. Es sollte besonderes Gewicht auf die Integration der F&E mit der Konstruktion gelegt werden. Desweiteren ist die z.T. hohe Standardabweichung bei der Einbindung der Unternehmensbereiche Konstruktion, Planung und externe Zulieferer anzumerken. Eine Erklärung für diese Inhomogenität der Antworten könnte sein, daß einzelne Unternehmen bereits moderne Organisationsformen, wie Simultaneous Engineering, in seinen verschiedenen Ausprägungen implementiert haben. Andere Unternehmen hingegen verharren noch in klassischen Organisationsmustern. Beide Unternehmenstypen aber halten eine Verbesserung der Zusammenarbeit gerade in den genannten Bereichen für unabdingbar.

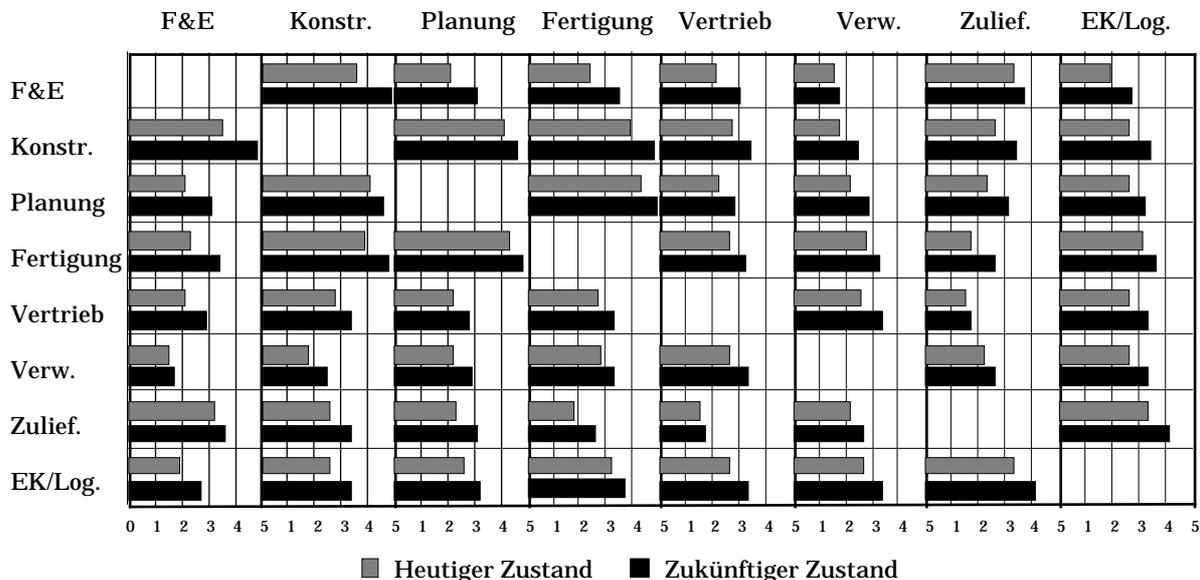


Abbildung 3.1: Bewertung des heutigen und des erwartenden Grades der Zusammenarbeit zwischen einzelnen Unternehmensbereichen (1 = selten, ..., 5 = permanent)

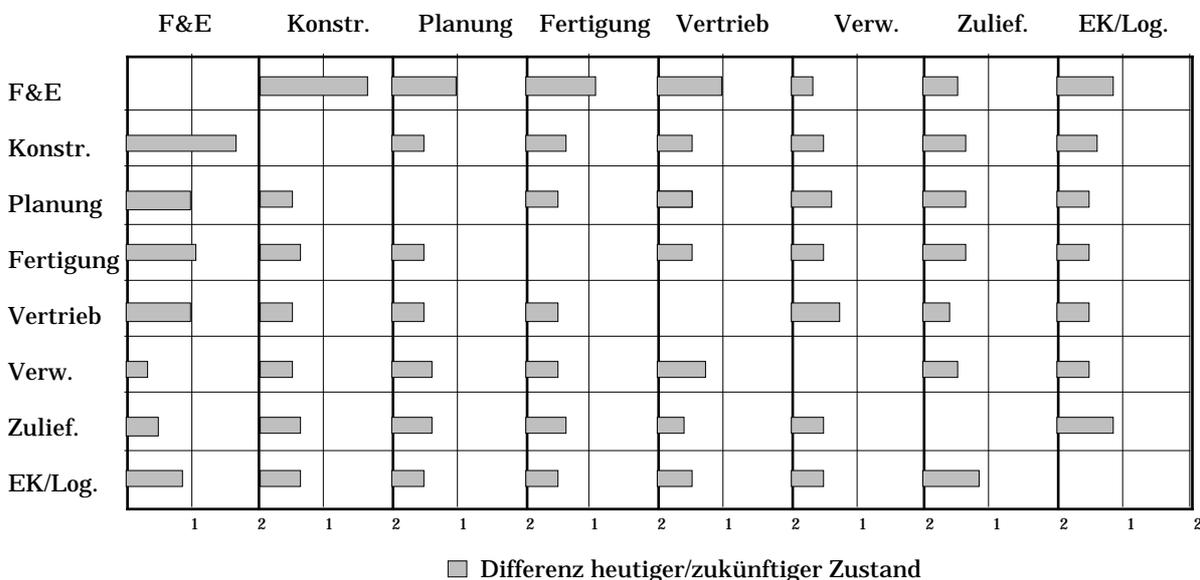


Abbildung 3.2: Differenz in der Bewertung des heutigen und des wünschenswerten Grades der Zusammenarbeit zwischen einzelnen Unternehmensfunktionen (Maximale Differenz zwei Einheiten auf einer Skala von 1...5)

3.1.2 Quantifizierung der Datenmenge/Ausprägung der Daten

Mit welcher Menge von Daten (z.B. Briefe, CAD-Zeichnungen, Adressen etc.) wird in Ihrem Arbeitsbereich täglich gearbeitet? Welche Menge von Daten werden zukünftig täglich in Ihrem Arbeitsbereich auftreten?

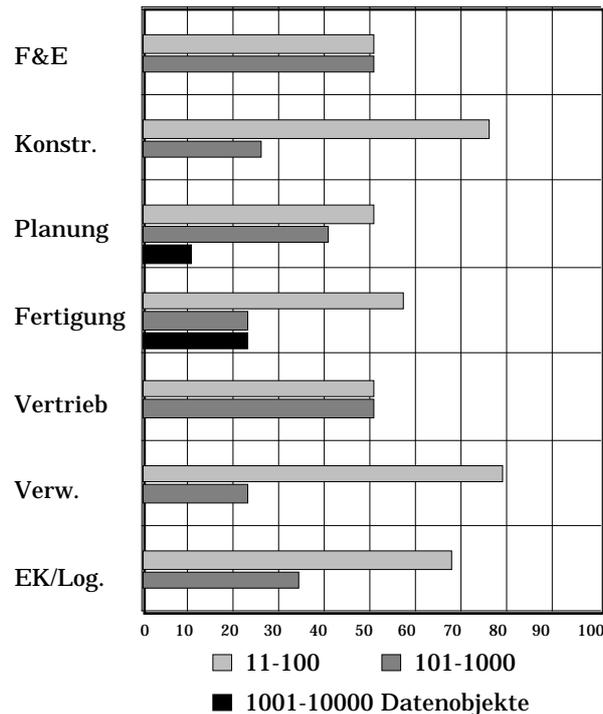


Abbildung 3.3: Prozentuale Verteilung über die angegebene Anzahl der Datenobjekte im Aufgabenbereich

Bei der Beschreibung der Datenobjekte fiel auf, daß diese im Bereich Verwaltung meist als gröber granulierte Daten wie Dokumente, Aufträge oder Briefe relativ kleiner Größe bezeichnet wurden, während in den technischen Bereichen zu über 70% von größeren Datenmengen im Bereich von 1-2 Megabytes gesprochen wurde (Abb. 3.3). In der Fertigung wurden aufgrund der anfallenden, im Vergleich zum Verwaltungsbereich relativ fein granulierten Prozeß- und Qualitätsdaten, Fertigungsaufträgen und ähnlichem eine höherer Anzahl an Datenobjekten als in den anderen Bereichen angegeben. Keiner der Beantworter beurteilte die Menge der Daten als zukünftig wachsend, d.h. die Größenordnung der anfallenden Daten wird sich nach Aussage der Anwender nicht ändern. Kleinere Schwankungen im Datenaufkommen sind zwar möglich, wurden aber durch die im Fragebogen angegebenen Größen nicht erfaßt. Diese Feststellung ist in Bezug auf die Dimensionierung von Netzen aber zu relativieren, da nur Datenzugriffe nicht aber Übertragungen digitalisierter Informationen in integrierten Netzen, wie sie z.B. aus Multimediadiensten resultieren, betrachtet wurden.

3.1.3 Anzahl Mitverwender der Daten

Wieviele Mitverwender gibt es in Ihrem Unternehmen für die in Ihrem Arbeitsbereich bearbeiteten Daten? Wieviele Mitverwender für die in Ihrem Arbeitsbereich bearbeiteten Daten wären Ihrer Meinung nach sinnvoll?

	Einzelperson	2-3 Anwender	4-10 Anwender	mehr als 10 Anwender
F&E	↓	↑	→	→
Konstruktion	→	→	→	→
Planung/AV	↓	↓	↑	↑
Fertigung	→	→	→	→
Vertrieb	→	↓	↓	↑
Verwaltung	↓	↑	↑	→
Einkauf/Log.	→	→	↓	↑

↓ fallende Tendenz ↑ steigende Tendenz → gleichbleibende Tendenz

Abbildung 3.4: Zukünftige Tendenz bei der Anzahl der Mitverwender von Daten

Auffällig ist hier die Einschätzung der Unternehmensbereiche Konstruktion und Fertigung, daß sich die Zahl der Mitverwender von Datenobjekten nach Einschätzung der Befragten in Zukunft nicht ändern wird (Abb. 3.4). Aufgrund der geringen Zahl von Fragebögen, die aus der Abteilungs- bzw. Arbeitsplatzsicht von Konstruktion bzw. Verwaltung beantwortet wurden, kann hier keine fundierte Aussage getroffen werden. Die gleichbleibende Zahl der Mitverwender in der Fertigung kann damit begründet werden, daß in der Fertigung aufgrund der Wettbewerbssituation der Unternehmen bereits in der Vergangenheit ein hoher Automatisierungs- und Rationalisierungsgrad erreicht wurde, der in den Augen der Anwender kaum mehr Spielraum für organisatorische Änderungen läßt. Gerade die organisatorischen Änderungen sind eine der wesentlichen Voraussetzungen für eine Änderung des Zugriffsverhaltens auf entsprechende Daten. Bei den anderen Unternehmensfunktionen kann generell von einer zukünftigen Tendenz zu einer Bereitstellung der Daten für mehr Interessenten, d.h. einer Tendenz zu größeren Anwendergruppen für Daten gesprochen werden. Die Anwender halten eine Bereitstellung dieser Daten und eine Zugriffsmöglichkeit für andere Anwender für sinnvoll.

3.1.4 Datenaustausch zwischen Abteilungen/Funktionen

Mit welchen Abteilungen/Funktionen und in welche Richtungen findet ein wesentlicher Datenaustausch statt? Wie wird sich der Datenaustausch im Unternehmen Ihrer Meinung nach zukünftig verändern? Bitte tragen Sie eine 0 für keinen Datenaustausch, 1 für Datenerzeugung, 2 für Datenverwendung und 3 für Datenerzeugung und Datenverwendung in die entsprechenden Kästchen ein.

	F&E	Konstr.	Planung	Fertigung	Vertrieb	Verw.	Zulieferer	EK/Log.
F&E		↔	↔	←	↔	↔	←	↔
Konstr.	↔		↔	↔	↔	↔	↔	↔
Planung	↔	↔		↔	↔	↔	↔	↔
Fertigung	→	↔	↔		↔	↔	↔	↔
Vertrieb	↔	↔	↔	↔		↔	←	↔
Verw.	↔	↔	↔	↔	↔		↔	↔
Zulieferer	→	↔	↔	↔	→	↔		↔
EK/Log.	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	

→ Datenerzeugung (Zeile erzeugt Daten für Spalte)
 ← Datenverwendung (Zeile verwendet Daten von Spalte)
 ↔ Datenerzeugung und -verwendung (Zeile erzeugt Daten für Spalte und Zeile verwendet Daten von Spalte)

Abbildung 3.5: Tendenz beim Datenaustausch zwischen Abteilungen/Funktionen

Als allgemeine Tendenz ergab sich, daß Unternehmensfunktionen, die heute nur einseitig Daten austauschen, z.B. im Sinne einer Datenerzeugung, in Zukunft Daten in beide Richtungen austauschen werden. Ein einseitiger Datenfluß ist nur bei F&E-Abteilungen und Zulieferern zu beobachten (Abb. 3.5).

3.1.5 Entfernungen zwischen Kommunikationspartnern

Bitte geben Sie die Entfernungen zwischen den einzelnen Partner an, bei denen ein solcher Datenaustausch stattfindet. Wird sich die Entfernung zwischen den einzelnen Partner in Zukunft ändern, z.B. durch Verlagerung von Produktion, F&E oder ähnlichem? Bitte tragen Sie 1 für im selben Gebäude, 2 für gleichen Standort und 3 für entfernten Standort in den entsprechenden Kästchen ein.

Eine zukünftige Konzentration von Unternehmensfunktionen auf spezialisierte Standorte war nur vereinzelt zu beobachten (Abb. 3.6). Daraus kann geschlossen werden, daß auch bei Unternehmen mit mehreren Standorten die einzelnen Unternehmensfunktionen selbst an den verschiedenen Standorten mehrfach vorhanden sind und diese Verteilung von Unternehmensfunktionen sich in Zukunft auch nicht wesentlich ändern wird. In allen anderen Fällen waren die verschiedenen Unternehmensfunktionen, mit denen die Befragten zusammenarbeiteten, immer zumindest am selben Standort verfügbar. Dies schließt allerdings nicht aus, daß mit Partnern an anderen Standorten zusammengearbeitet wird, bzw. daß mit diesen die Ergebnisse auch ausgetauscht werden. Dieser Datenaustausch findet heute jedoch in einem eng begrenzten Maße statt.

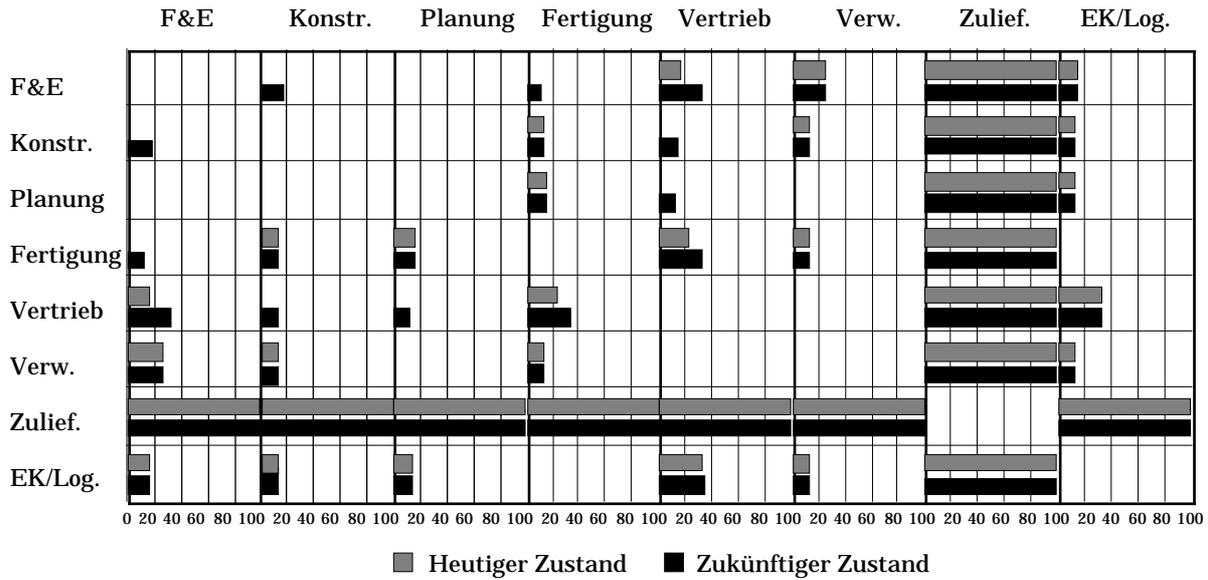


Abbildung 3.6: Prozentualer Anteil von Kommunikationspartnern an entfernten Standorten

3.1.6 Abstände zwischen einzelnen Datenaustauschvorgängen

In welchen Abständen findet ein solcher Datenaustausch tatsächlich statt? Welche zeitlichen Abstände halten Sie für den Datenaustausch für sinnvoll? Bitte tragen Sie 1 für Sekunden, 2 für Minuten, 3 für Stunden, 4 für Tage und 5 für Wochen oder länger in die entsprechenden Kästchen ein.

	F&E	Konstr.	Planung	Fertigung	Vertrieb	Verw.	Zulieferer	EK/Log.
F&E		Tage/Wochen ↓	Tage/Wochen ↓	Tage/Wochen →	Tage/Wochen ↓	Tage/Wochen →	Tage/Wochen →	Tage/Wochen →
Konstr.	Tage/Wochen ↓		Min./Std. ↓	Stunden/Tag ↓	Stunden/Tag ↓	Stunden/Tag →	Stunden/Tag ↓	Tag ↓
Planung	Tage/Wochen ↓	Min./Std. ↓		Std./Min. ↓	Stunden/Tag ↓	Tag ↓	Tag ↓	Std./Tag ↓
Fertigung	Tage/Wochen →	Stunden/Tag ↓	Std./Min. ↓		Stunden/Tag ↓	Stunden ↓	Tag ↓	Stunden →
Vertrieb	Tage/Wochen ↓	Stunden/Tag ↓	Stunden/Tag ↓	Stunden/Tag ↓		Stunden/Tag ↓	Stunden →	Stunden/Tag ↓
Verw.	Tage/Wochen →	Stunden/Tag →	Tag ↓	Stunden ↓	Stunden/Tag ↓		Stunden/Tag ↓	Min./Std. →
Zulieferer	Tage/Wochen →	Stunden/Tag ↓	Tag ↓	Tag ↓	Stunden →	Stunden/Tag ↓		Tag →
EK/Log.	Tage/Wochen →	Tag ↓	Std./Tag ↓	Stunden →	Stunden/Tag ↓	Min./Std. →	Tag →	

Abstand zwischen Datenaustauschvorgängen und zukünftige Tendenz → gleichbleibend
↓ fallend

Abbildung 3.7: Abstände zwischen den Datenaustauschvorgängen und zukünftige Tendenz

Der Trend der höheren Kooperation über gemeinsame Datenobjekte ist auch in Abb. 3.7 ersichtlich, die die gewünschten Datenaustauschvorgänge den heute technisch realisierten

gegenüber stellt. Bei dieser Frage fiel wiederum eine sehr große Inhomogenität der Antworten auf. Wie bereits in Abschnitt 3.1.1 angemerkt, könnte dies mit der nur teilweisen Implementierung moderner Organisationsansätze in den einzelnen Unternehmen erklärt werden. Als allgemeine Tendenz ergab sich hier eine deutliche Erhöhung der Austauschfrequenz zwischen Zulieferer und Unternehmen. Auch beim Vertrieb wurde eine Erhöhung dieser Frequenz als notwendig angesehen. Die bereits in Abschnitt 3.1.1 abgeleitete Tendenz einer stärkeren Integration der F&E mit der Konstruktion kann auch hier festgestellt werden, da sich die Frequenz der Datenaustauschvorgänge zwischen diesen Bereichen nach Ansicht der Beantworter erhöhen sollte.

3.1.7 Mehrfache Haltung von Daten

Wieviel Prozent der Daten, die gemeinsam benutzt werden, werden mehrfach gehalten? Wie wird sich der Prozentsatz dieser mehrfach gehaltenen Daten Ihrer Meinung nach in Zukunft ändern?

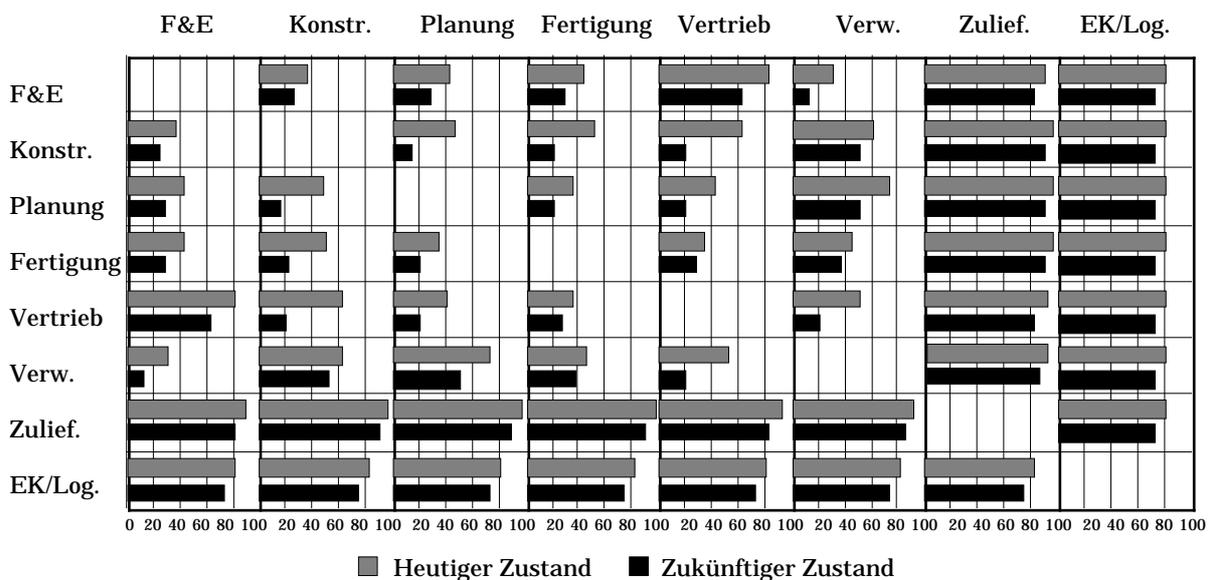


Abbildung 3.8: Prozent der Daten, die gemeinsam genutzt, aber mehrfach gehalten werden

Bei zwei der befragten Unternehmen wurden 100% der gemeinsam genutzten Daten mehrfach gehalten. Aus dem sehr hohen Anteil der mehrfach gehaltenen Daten zwischen Unternehmen und Zulieferer (Abb. 3.8) kann gefolgert werden, daß eine Integration von Zuliefererdaten über einen reinen Austausch von Daten hinaus nicht stattfindet. Auch gaben die Befragten an, daß der Anteil der mit dem Zulieferer gemeinsam benutzen, aber mehrfach gehaltenen Daten zukünftig nur um ca. 10% sinken wird, d.h. eine Integration der Daten des Zulieferers mittels einer verteilten Datenbank wird (noch) nicht als notwendig angesehen. Unter Einbeziehung des Ergebnisses von Abschnitt 3.1.4 kann gefolgert werden, daß zukünftig erst der Schritt zu einem intensiven Datenaustausch mittels entsprechender Datenaustauschstandards mit Zulieferern getan werden muß. Auffällig auch der hohe Anteil der im Einkaufs/Logistik-Bereich mehrfach gehaltenen Daten. Hier kann von einer bei

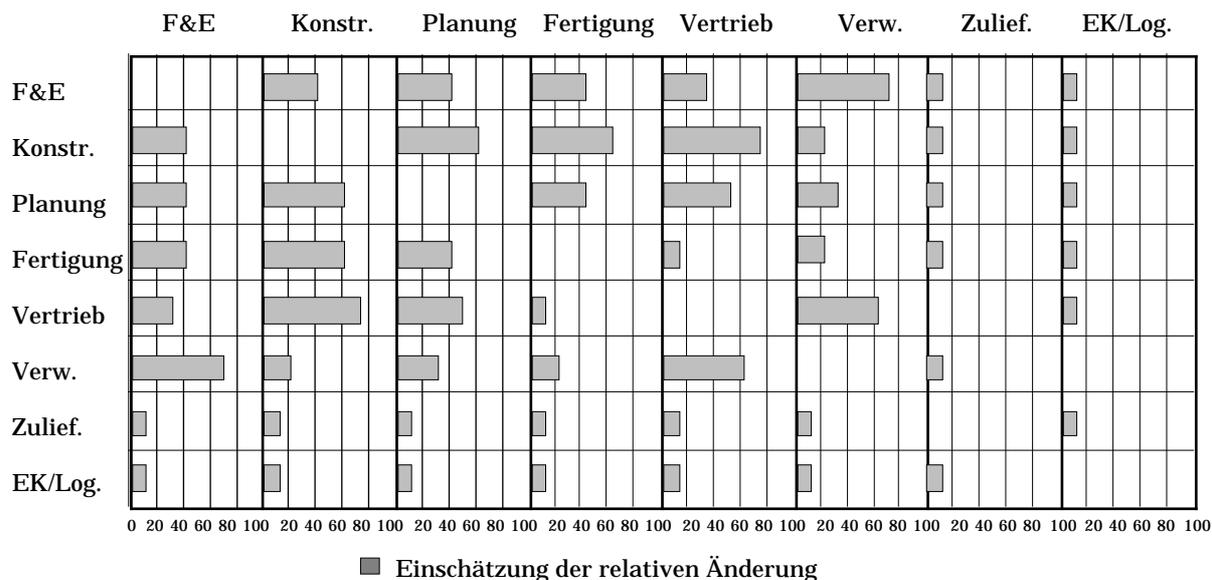


Abbildung 3.9: Relative prozentuale Abnahme des Prozentsatzes der gemeinsam genutzten Daten

den befragten Unternehmen sehr schwach ausgeprägten Integration der Einkaufs/Logistik-Systeme mit anderen Datenbeständen ausgegangen werden.

Auffällig bei der relativen, zukünftigen Abnahme des Prozentsatzes der gemeinsam genutzten, aber mehrfach gehaltenen Daten (Abb. 3.9) ist das hohe Änderungspotential, das von den Anwendern zwischen den Funktionen Konstruktion, Planung und Fertigung gesehen wird. Die Integration der CAX-Anwendungen durch Datenbanksysteme zielt auf diese Integration ab. Nach Ansicht der Befragten sollte auch der Vertrieb stärker mit der Konstruktion und Planung integriert werden. Dies kann z.B. durch den erhöhten Kontakt mit dem entsprechenden Kunden und dem daraus resultierenden Informationsbedürfnis des Vertriebsbereiches erklärt werden.

3.1.8 Abgleich mehrfach gehaltener Daten

Wie werden diese mehrfach gehaltenen Daten auf den neuesten Stand gebracht? Wie sollten diese Ihrer Meinung nach in Zukunft auf dem neuesten Stand gehalten werden? Tragen Sie bitte ein A für sofortigen automatischen Abgleich, ein R für regelmäßigen automatischen Abgleich, ein U für unregelmäßigen automatischen Abgleich und ein M für manuellen Abgleich in die entsprechenden Kästchen ein.

Der Abgleich von Daten geschieht heute noch überwiegend manuell. Zukünftig wird grundsätzlich ein regelmäßiger, weitgehend automatisierter Abgleich der mehrfach gehaltenen Daten als sinnvoll und wünschenswert angesehen (Abb. 3.10). Dabei sollten insbesondere Konstruktion, Planung und Fertigung durch einen automatischen, sofortigen, zumindest aber regelmäßigen Datenabgleich integriert werden. Der Datenabgleich mit Zulieferern muß nach Einschätzung der Anwender in geringerem Maße automatisch geschehen. Auffällig ist auch der hohe Anteil eines sofortigen automatischen Datenabgleichs bei Einkauf/Logistik.

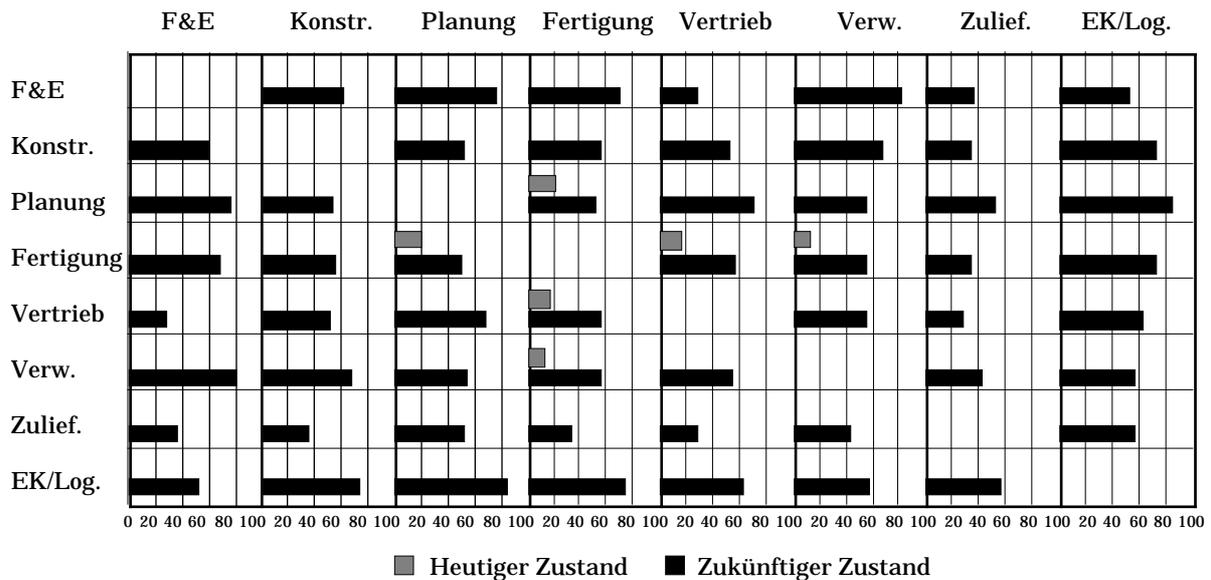


Abbildung 3.10: Prozentualer Anteil des automatischen sofortigen Datenabgleichs

Insbesondere durch eine stärkere Integration von Einkauf/Logistik mit Planung und Fertigung können in den Unternehmen kompetitive Vorteile im Sinne einer Just-in-Time-Arbeitsweise [FaF89] erzielt werden.

3.2 Verwaltung und Weitergabe von Informationen im Unternehmen

3.2.1 Prinzipien bei Informationsverbreitung

Die neu im Unternehmen anfallenden Daten, wie z.B. eingehende Anfragen und neue Konstruktionszeichnungen, können nach zwei Prinzipien weitergeleitet werden.

- *Aktives Verbreiten von Informationen:*
Der Erzeuger der Daten ist dafür verantwortlich, alle möglichen Interessenten von der Existenz der Daten zu unterrichten und diese zugänglich zu machen.
- *Aktives Einholen von Informationen:*
Jeder Interessent ist dafür verantwortlich, die ihn interessierenden Daten selbst einzuholen und sich über die Existenz neuer Daten zu informieren.

Welche Prinzipien (Verbreiten, Einholen, Zufall) werden zur Zeit von den angegebenen Abteilungen/Funktionen verwendet? Welche Prinzipien sollten zukünftig Ihrer Meinung nach von den angegebenen Abteilungen/Funktionen verwendet werden? Bitte tragen Sie die entsprechende Prozentverteilung in die Tabelle ein.

Aus heutiger Sicht sind die Prinzipien Einholen und zufällige Akquirierung von Informa-

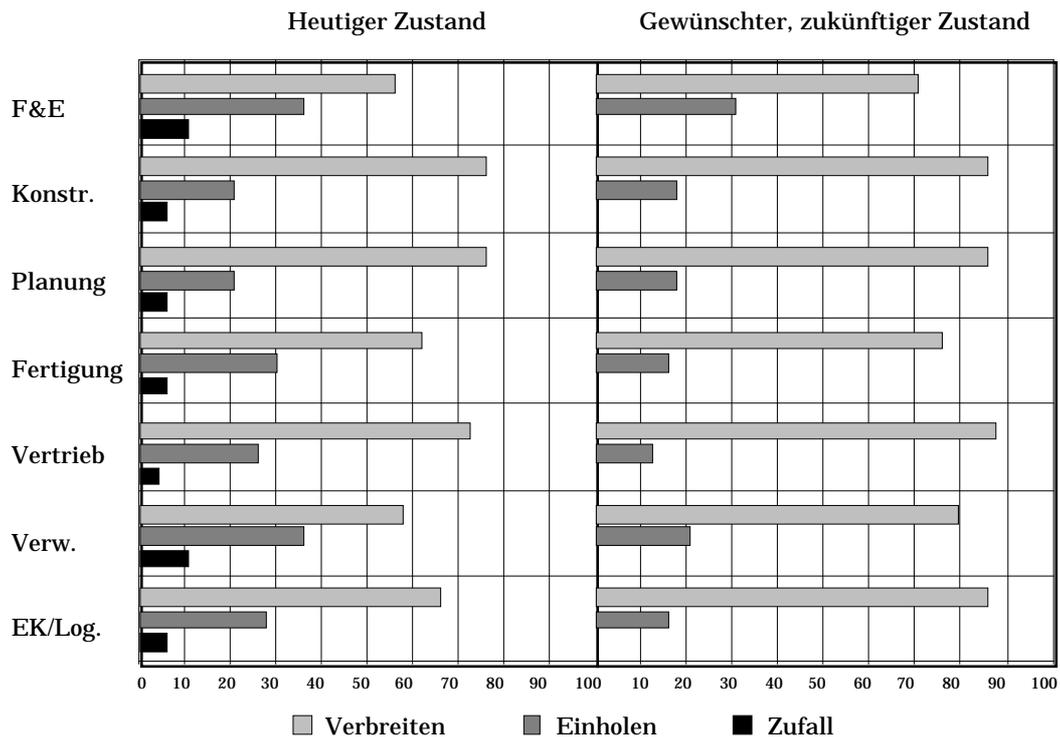


Abbildung 3.11: Arten der Informationsverbreitung: Durchschnittlich angegebene prozentuale Werte

tionen in allen Unternehmensfunktionen zu mindestens 30% beteiligt (Abb. 3.11). Alle befragten Anwender aber sprechen sich für eine starke Tendenz hin zu einem aktiven Verbreiten von Informationen aus. Eine zufällige Akquirierung von Informationen sollte in Zukunft nicht mehr auftreten. Die unterstützende Informationstechnologie muß also die aktive Verbreitung von Informationen und Wissen durch entsprechende Mechanismen unterstützen. Dabei sollten aber Konzepte zur Bewältigung der auf den einzelnen Anwender zukommenden Menge an Informationen getroffen werden.

3.3 Verfügbarkeit von Daten

3.3.1 Tolerierbare Verzögerungen beim Datenzugriff

Sind Verzögerungen beim Zugriff auf Daten in Ihrem Arbeitsbereich heute tolerierbar? Inwieweit sind zukünftig Verzögerungen in Ihrem Arbeitsbereich Ihrer Meinung nach tolerierbar? Bitte tragen Sie die entsprechenden Prozentverteilungen in der folgenden Tabelle (Sekunden, Minuten, Stunden, Tage) ein.

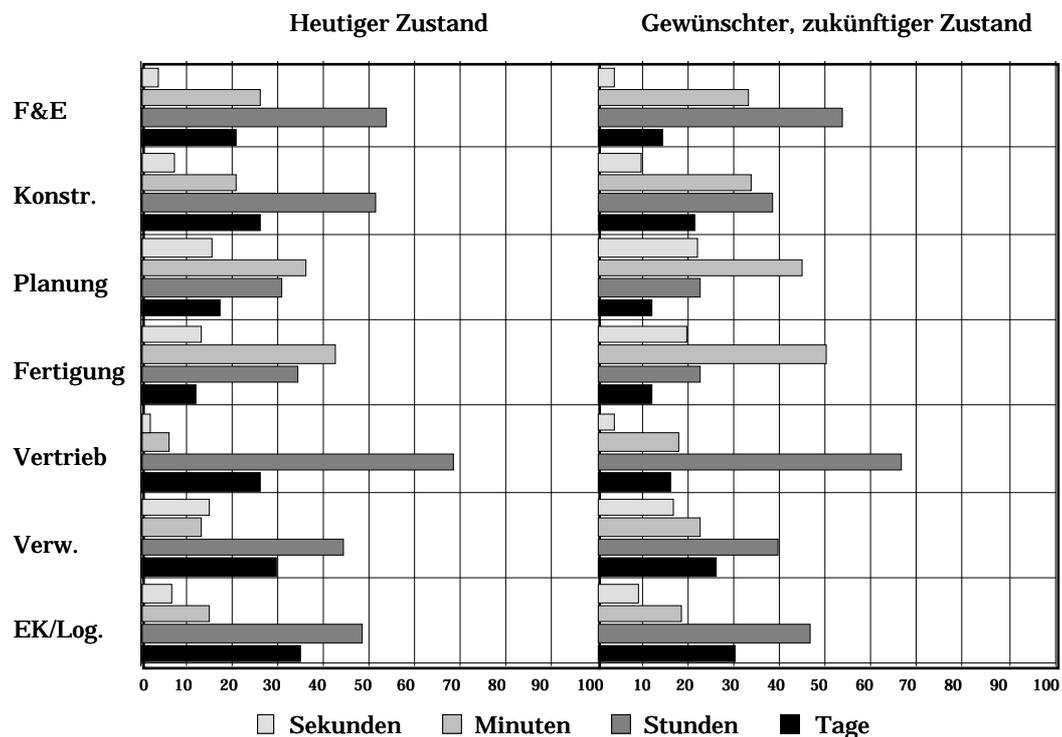


Abbildung 3.12: Durchschnittliche prozentuale Aufteilung der tolerierbaren Verzögerungen beim Datenzugriff

Tendenziell ergibt sich, daß lange dauernde Verzögerungen im Tages- und Stundenbereich beim Datenzugriff in Zukunft weniger tolerierbar sind (Abb. 3.12 und 3.13), d.h. es sind nur noch kürzere Zugriffsverzögerungen im Minuten- und Sekundenbereich tolerierbar. Bei Betrachtung der Angaben getrennt nach Unternehmen bis 500 Mitarbeitern und Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern fällt auf, daß die Anwender in den kleineren Unternehmen längere Verzögerungen als tolerierbar erachten, als dies bei Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern der Fall ist. Daraus kann gefolgert werden, daß in den kleineren Unternehmen eine Just-in-Time-Arbeitsweise noch nicht in größerem Maße eingeführt wurde oder daß dort informelle nicht-technische Informationsbeziehungen einen höheren Stellenwert besitzen. Besonders auffällig ist dies im Verwaltungsbereich. Dort gaben 30% der Unternehmen mit weniger als 500 Mitarbeitern an, daß Verzögerungen beim Datenzugriff auch durchaus im Tagebereich tolerierbar sind.

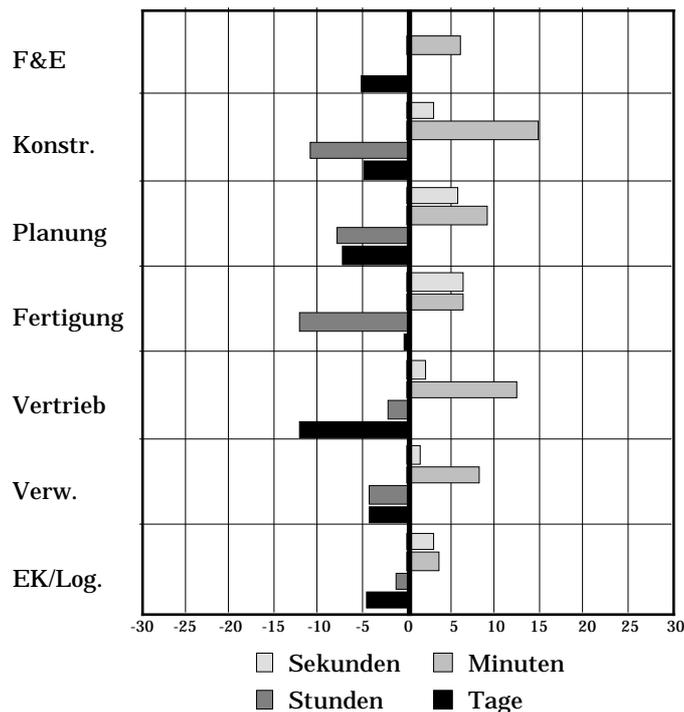


Abbildung 3.13: Absolute Differenz der tolerierbaren Verzögerungen beim Datenzugriff (Zukünftige Werte - Heutige Werte)

3.3.2 Schäden bei Nicht-Verfügbarkeit von Daten

Wie bewerten Sie die durch die Nicht-Verfügbarkeit von Daten entstehenden Schäden? Inwieweit werden sich die Schäden Ihrer Meinung nach in Zukunft verlagern? Bitte tragen Sie die veränderten Prozentverteilungen in die entsprechenden Felder (keine, gering, hoch, sehr hoch) ein (Mehrfachnennungen möglich).

Nach Einschätzung der Befragten findet allgemein eine Verlagerung der Schäden in Richtung höherer Schäden bei einer Nicht-Verfügbarkeit von Daten statt (Abb. 3.14). Dabei bleibt der Anteil der Verzögerungen, die nicht zu Schäden führen, nahezu konstant. Besonders auffällig ist die Verlagerung der Schäden in den Bereichen F&E, Planung und Fertigung (Abb. 3.15). In diesen Bereichen sind nur kurze Verzögerungen in Zukunft tolerierbar. Bei allen Bereichen ist ein starkes Anwachsen sehr hoher Schäden bei Verzögerungen zu beobachten.

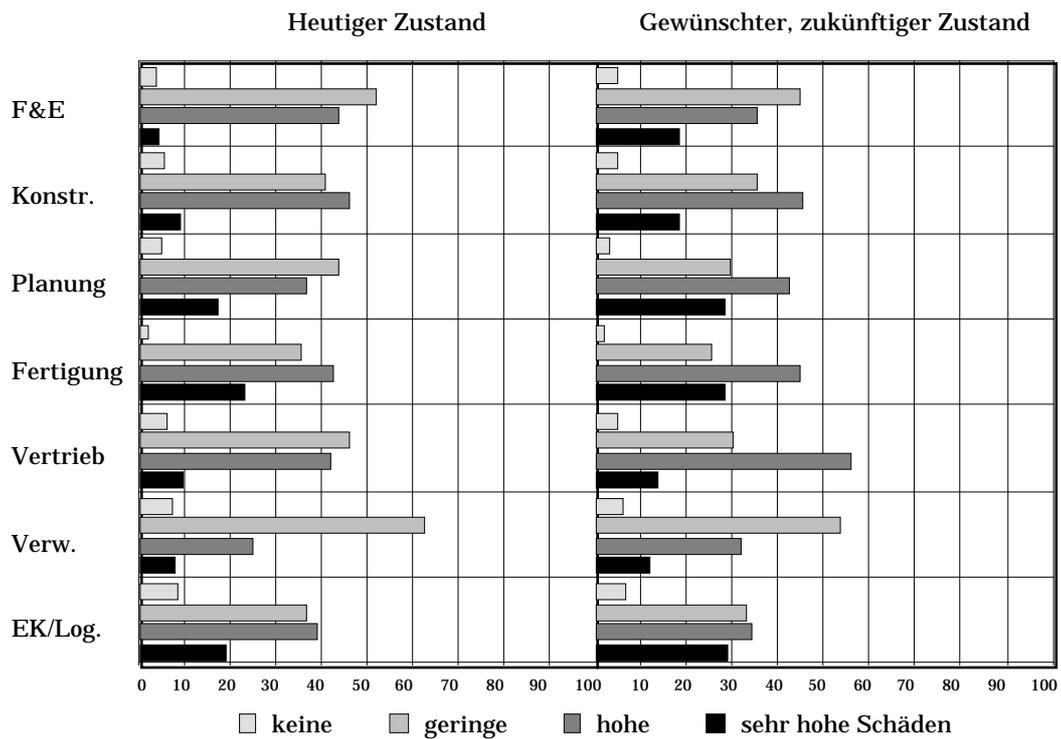


Abbildung 3.14: Durchschnittliche prozentuale Aufteilung der auftretenden Schäden bei Nicht-Verfügbarkeit von Daten

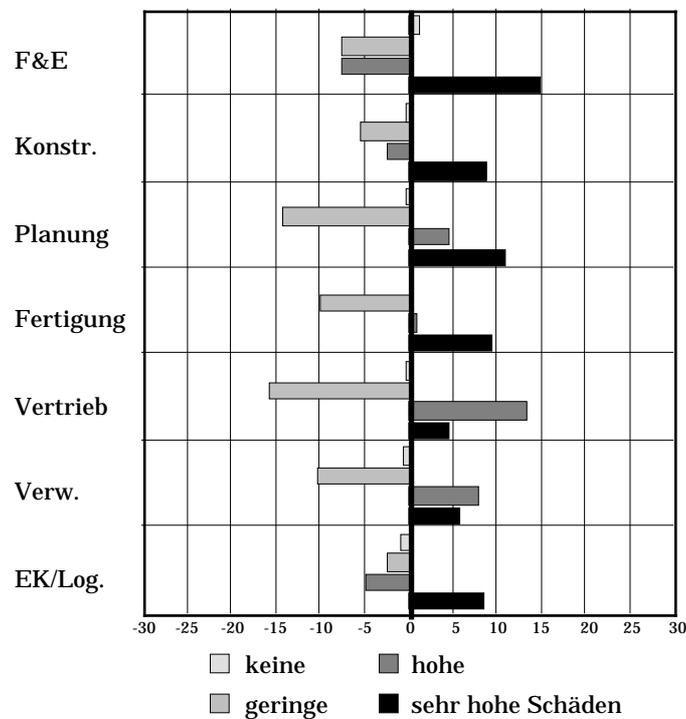


Abbildung 3.15: Absolute Differenz der auftretenden Schäden (in Prozent) (Zukünftige Werte - Heutige Werte)

3.3.3 Alternativer Datenzugriff bei Nicht-Verfügbarkeit von Daten

Haben Sie auch anderweitig Zugriff auf die nicht-verfügbaren Daten? Werden diese Möglichkeiten der alternativen Datenbeschaffung sich Ihrer Meinung nach in Zukunft ändern? Bitte tragen Sie Prozentverteilungen in die entsprechenden Felder (einfach, schwer, nicht) ein.

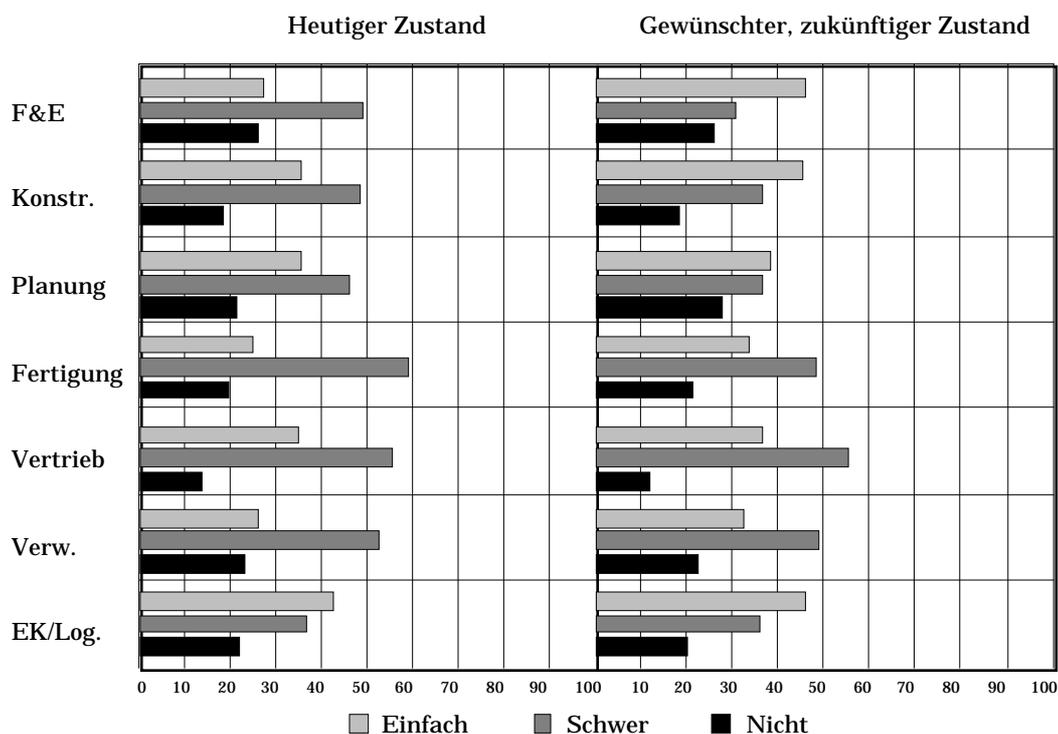


Abbildung 3.16: Durchschnittliche prozentuale Aufteilung der Möglichkeiten eines alternativen Datenzugriffs bei Nicht-Verfügbarkeit von Daten

Auffällig ist hier die Aussage der Befragten, daß in Zukunft ein alternativer Datenzugriff tendenziell eher möglich ist, als es heute in den meisten untersuchten Unternehmen realisiert ist (Abb. 3.16 und 3.17). Bei Betrachtung der Einzelantworten ergab sich, daß in jedem Bereich durchschnittlich 20% der Beantworter eine gegenläufige Tendenz angaben, also eine Erschwerung des alternativen Datenzugriffes. Dies muß dahingehend interpretiert werden, daß die Mehrheit der Befragten von einer zukünftigen informationstechnischen Infrastruktur erwarten,

- daß tendenziell eine hohe Verfügbarkeit der Systeme gegeben sein muß und
- daß die Infrastruktur Systeme zur Verfügung stellt, die bei Ausfall von Anwendungen oder (Teil-)systemen in der Lage sind, den gewünschten Datenzugriff zu realisieren,

da die Zahl der nicht EDV-gestützten Informationsspeicher in Zukunft abnehmen wird.

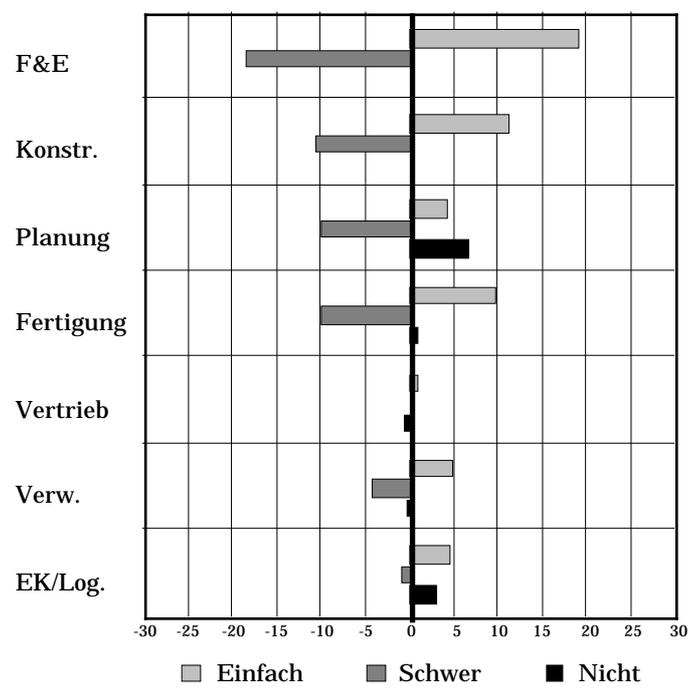


Abbildung 3.17: Absolute Differenz der Möglichkeiten eines alternativen Datenzugriffs (in Prozent) (Zukünftige Werte - Heutige Werte)

3.4 Unvollständige und unkorrekte Daten

3.4.1 Tolerierbarkeit veralteter und unvollständiger Daten

Sind veraltete oder noch nicht vollständige Daten in Ihrem Arbeitsbereich tolerierbar? Inwieweit sind veraltete oder noch nicht vollständige Daten in Ihrem Arbeitsbereich Ihrer Meinung nach in Zukunft tolerierbar? Bitte tragen Sie die entsprechenden Prozentverteilungen in der folgenden Tabelle (Sekunden, Minuten, Stunden, Tage) ein.

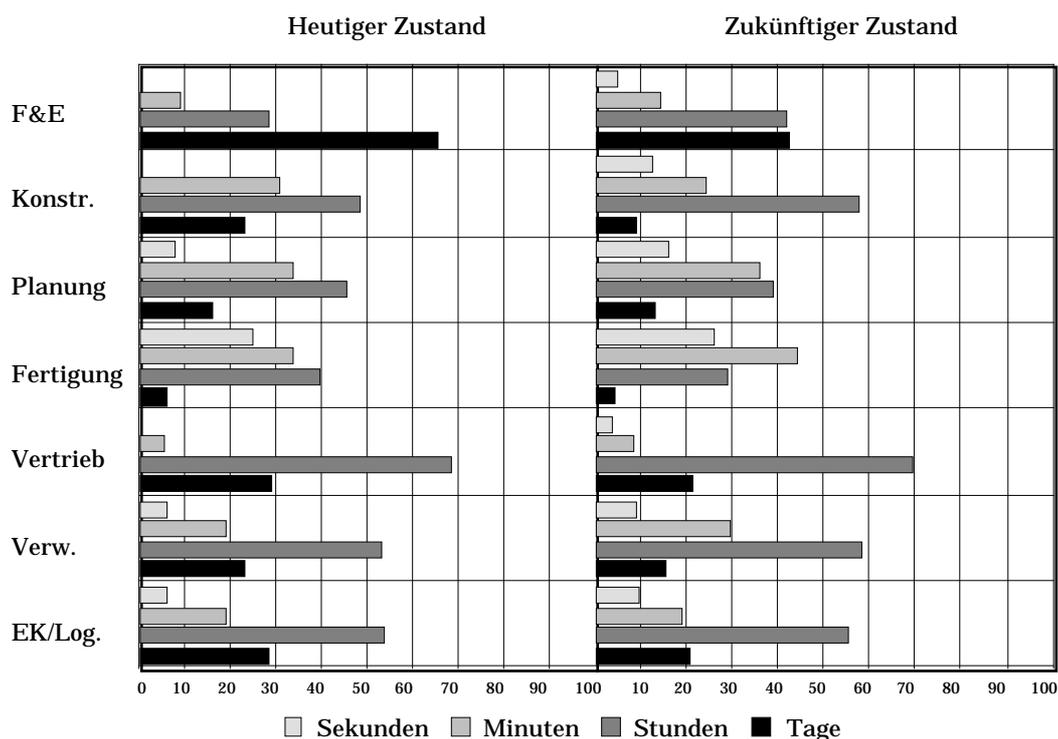


Abbildung 3.18: Durchschnittliche prozentuale Aufteilung der Tolerierbarkeit inkonsistenter Daten

Um die Forderung nach einer schnellen Adaption des Marktverhaltens und der Unterstützung von Simultaneous Engineering nachkommen zu können, stellt sich die Frage nach der Möglichkeit, zumindestens zweitweise unvollständige und unkorrekte Daten, d.h. inkonsistente Daten, in den Unternehmensfunktionen einsetzen zu können. Auch hier ergab sich die Tendenz, daß von den Befragten inkonsistente Daten in Zukunft als weniger tolerierbar angesehen werden, d.h. die Zeitspanne, für die inkonsistente Daten tolerierbar sind, verkürzt sich (Abb. 3.18). Dies wird auch in abgeschwächter Form in den Bereichen F&E, Konstruktion und Planung angegeben, in denen bei der Anwendung von Prinzipien des Simultaneous Engineering ein Arbeiten mit inkonsistenten Daten zeitweise notwendig ist. Insbesondere lang andauernde Inkonsistenzen werden als nicht tolerierbar angesehen. Daraus kann die Forderung abgeleitet werden, daß das Informationssystem die zusammenarbeitenden Ingenieure so unterstützen muß, daß diese neuen, von ihren Kollegen aktualisierten Daten in möglichst kurzer Zeit zur Verfügung gestellt werden, um so die Dauer des Arbeitens mit inkonsistenten Daten auf ein Minimum zu reduzieren (Abb. 3.19).

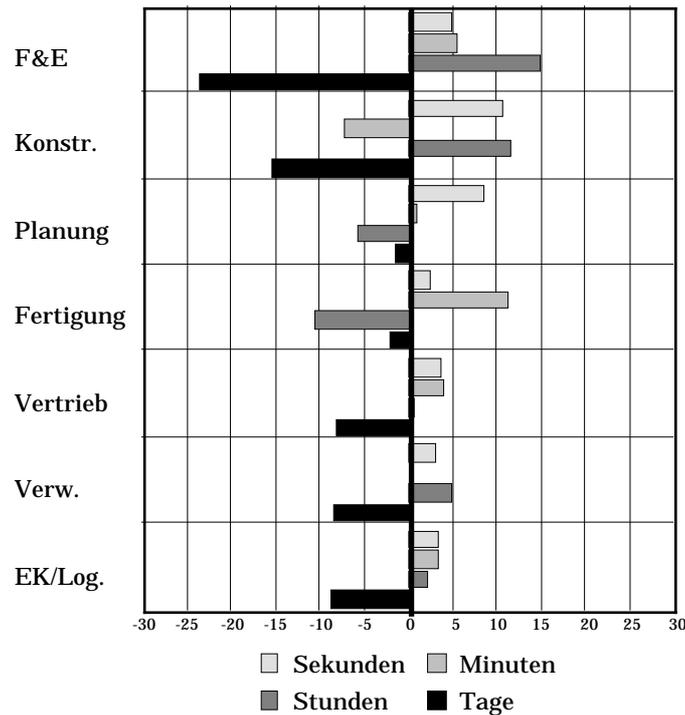


Abbildung 3.19: Absolute Differenz der Tolerierbarkeit inkonsistenter Daten (in Prozent) (Zukünftig Werte - Heutige Werte)

3.4.2 Erkennen veralteter und unvollständiger Daten

Inwieweit werden veraltete oder unvollständige Daten innerhalb Ihrer organisatorischen Abläufe durch Kontrollmechanismen erkannt? Werden sich diese Möglichkeiten zur Erkennung veralteter oder unvollständiger Daten Ihrer Meinung nach in Zukunft ändern? Bitte tragen Sie Prozentverteilungen in die entsprechenden Felder (nicht erkannt, manuelles Erkennen, automatisches Erkennen) ein.

In den Unternehmen existieren bereits heute Konzepte, um inkonsistente Daten möglichst früh zu erkennen. Dies wird zum überwiegenden Teil durch das Einbeziehen der Fachkenntnisse und des speziellen Wissens der einzelnen Mitarbeiter erreicht (Abb. 3.20). Eine Unterstützung durch Informationssysteme beim Erkennen nicht gewünschter Inkonsistenzen oder fehlerhafter Daten ist kaum gegeben (in allen Unternehmensfunktionen deutlich unter 20%). Diese Unterstützung wird für die Zukunft erwartet und von den Informationssystemen gefordert. Dabei bleibt der Anteil der manuell zu erkennenden Inkonsistenzen immer noch bemerkenswert hoch. Dieses manuelle Erkennen sollte aber auch durch eine entsprechende Unterstützung der informationstechnischen Infrastruktur gefördert werden (Abb. 3.21).

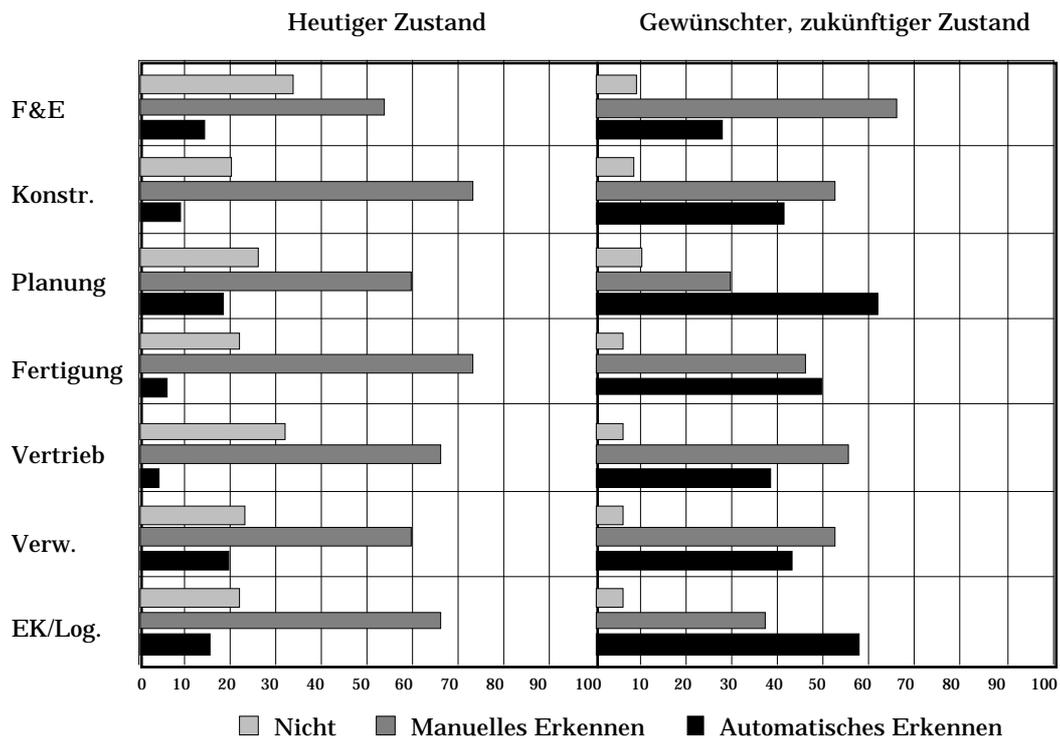


Abbildung 3.20: Durchschnittliche prozentuale Aufteilung für Mechanismen zur Erkennung von Inkonsistenzen

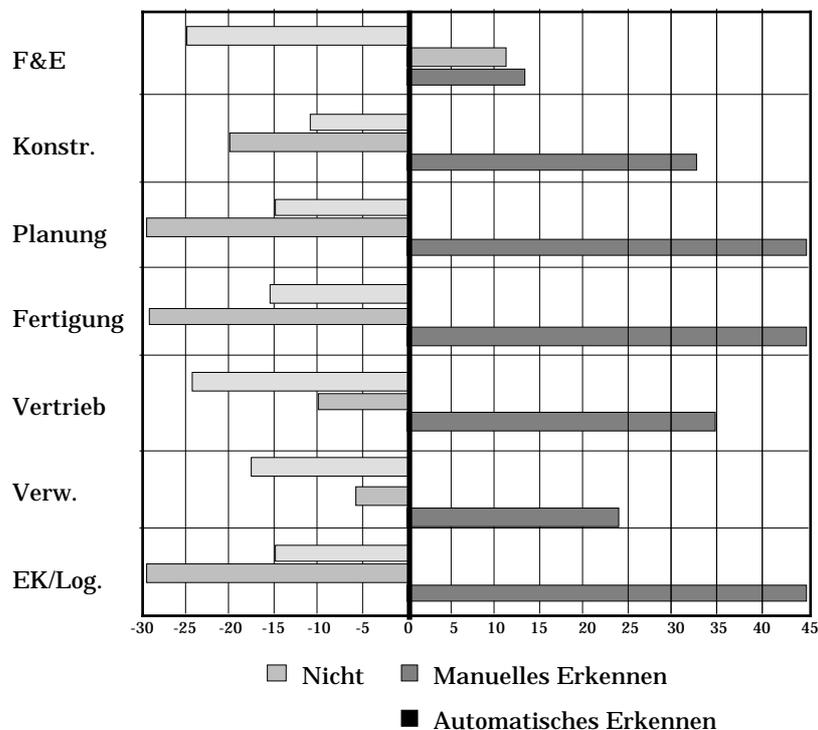


Abbildung 3.21: Absolute Differenz der Anteile zukünftiger Mechanismen zur Erkennung von Inkonsistenzen (in Prozent) (Zukünftige Werte - Heutige Werte)

3.4.3 Schäden bei veralteten und unvollständigen Daten

Welche Schäden entstehen durch veraltete oder unvollständige Daten innerhalb Ihres Bereiches? Inwieweit werden sich die Schäden Ihrer Meinung nach in Zukunft verlagern? Bitte tragen Sie Prozentverteilungen in die entsprechenden Felder (keine, gering, hoch, sehr hoch) ein.

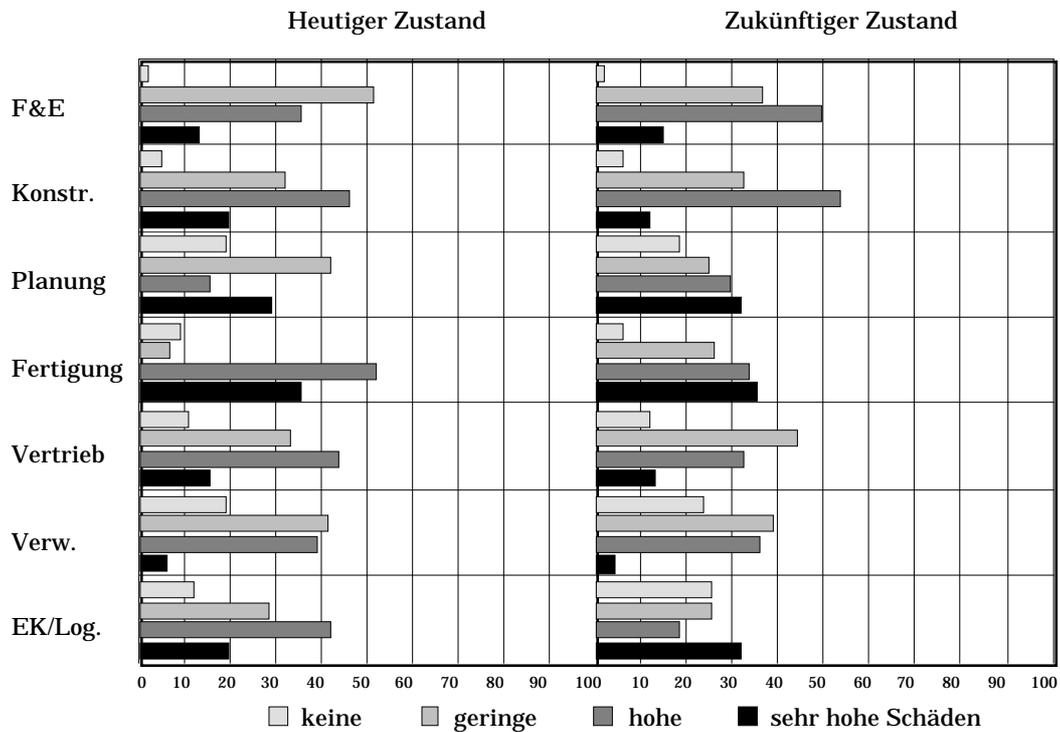


Abbildung 3.22: Durchschnittliche prozentuale Verteilung der Schäden bei inkonsistenten Daten

Bei Betrachtung der Einzelergebnisse dieser Frage fiel die hohe Inhomogenität der Antworten auf (Abb. 3.22 und 3.23). 30% der Beantworter gaben als Tendenz eine Entwicklung hin zu höheren Schäden, 70% eine Entwicklung hin zu geringeren Schäden an. Unter Einbeziehung der Korrelation zur Frage nach dem Erkennen veralteter und unvollständiger Daten aus Abschnitt 3.4.2 kann herausgearbeitet werden, daß die Unternehmen, die einen deutlichen Trend hin zum automatischen Erkennen inkonsistenter Daten für notwendig hielten, daraus auch eine Abschwächung der Schäden durch Verwendung dieser inkonsistenten Daten ableiteten.

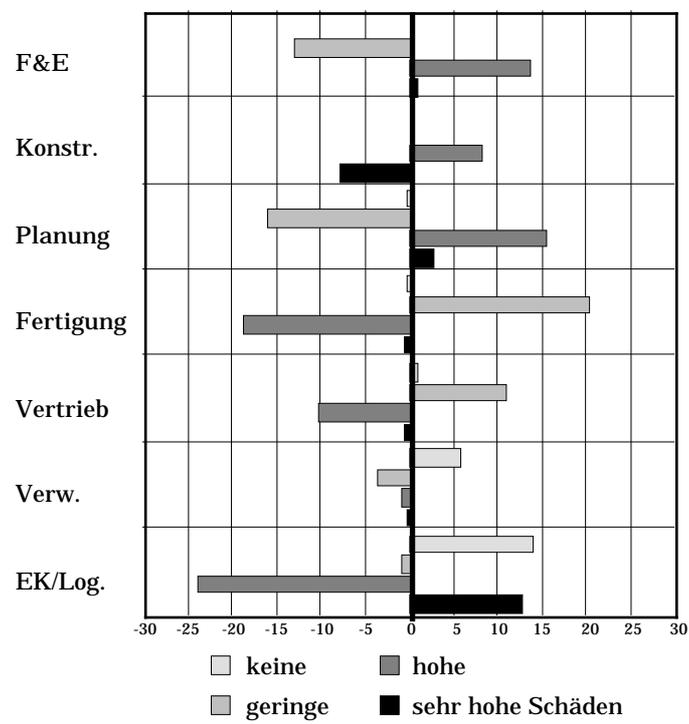


Abbildung 3.23: Absolute Differenz der auftretenden Schäden (in Prozent) (Zukünftige Werte - Heutige Werte)

Kapitel 4

Anforderungen an integrierte Informationssysteme

Nachdem im vorhergehenden Kapitel die eingehenden Fragebögen hinsichtlich der einzelnen Teilfragen bewertet wurden, sollen in diesem Kapitel diese Ergebnisse zusammengefaßt und aktuellen Tendenzen im Forschungsbereich gegenübergestellt werden.

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Das Ziel der empirischen Studie war die Erfassung des aktuellen Standes und der tendenziellen Entwicklung der Anforderungen an Verteilungsmechanismen in Maschinenbauunternehmen. Hierbei wurde der Schwerpunkt auf die Möglichkeiten der Integration einer Datenhaltung innerhalb eines solchen Unternehmens gelegt.

In Abb. 4.1 sind die wichtigsten Ergebnisse der Studie, wie sie im vorhergehenden Abschnitt diskutiert wurden, nochmals zusammengefaßt. Sie lassen sich in zwei Teilgebiete einteilen, in Aussagen über die Datennutzung und über den Informationszugriff und die -weitergabe.

4.1.1 Datenhaltung

Zunächst fällt in den Ergebnissen die Notwendigkeit der Integration der Unternehmensfunktionen auf. Dies wird vor allem bei den Anwendern bei der Integration von F&E, Planung und Konstruktion als vordringliche Aufgabe einer unternehmensweiten Integration gesehen. Dies ist vor dem Hintergrund der in vielen Unternehmen bereits zur Anwendung kommenden modernen Organisationsformen, wie z.B. Simultaneous Engineering, nicht sehr verwunderlich. Daß dieser Strukturwandel noch nicht in allen Unternehmen wiederzufinden ist, zeigte die bei der Auswertung einiger Antworten auftretende höhere Abweichung der Aussagen. So trat zum Beispiel eine hohe Standardabweichung bei der Einbindung der Unternehmensbereiche Konstruktion, Planung und Zulieferer auf. Auch konnte eine hohe Inhomogenität der Antworten bei der Beurteilung der zeitlichen Abstände der Datenaustauschvorgänge festgestellt werden.

Die wachsende Anzahl an Mitverwendern als auch die zukünftig erwartete bidirektionale Datenaustauschbeziehungen zwischen den Unternehmensbereichen stellen hohe Anforderungen an die integrierte Datenhaltung. Sie sind nur durch den Abbau der Datenredundanz

Datennutzung:
1. Datenmenge nicht wachsend
2. Wachsende Anzahl an Mitwendern
3. Zunehmende Integration / Zusammenarbeit
4. Bidirektionaler Datenaustausch
5. Datenredundanz unvermeidbar
6. Automatischer Datenabgleich möglich
Informationszugriff und -weitergabe:
7. Verfügbarkeitstoleranzen variieren
8. Alternativer Datenzugriff gefordert
9. Temporäre Dateninkonsistenzen in einigen Unternehmensfunktionen tolerierbar
10. Aktives Verbreiten von Wissen

Abbildung 4.1: Thesenartige Zusammenfassung der Ergebnisse

zu erfüllen, um die geforderte hohe Aktualität der Daten den Anwendern sicherzustellen. Trotzdem wird die Datenredundanz in einem zukünftig integrierten Informationssystem heute noch als unvermeidbar angesehen. So sollen Zulieferer nach wie vor durch Datenreplikate mit dem restlichen Unternehmen kooperieren. Die Konsistenz dieser Daten soll aber durch einen intensiveren Datenaustausch vom Informationssystem gewährt werden.

Die Forderung nach erhöhter Aktualität der Daten und die wachsende Anzahl an Mitwendern der Daten macht die Bereitstellung von Mechanismen zum automatischen Datenabgleich unverzichtbar. Die Antworten belegten, daß das Datenpotential im Maschinenbau hierzu geeignet scheint. So wird insbesondere in Konstruktion, Planung und Fertigung ein großes Potential zum automatischen Datenabgleich gesehen.

Hinsichtlich der Datennutzung eines Unternehmen wird somit von einem modernen Informationssystem gefordert, daß es Mechanismen zur Kooperation auf gemeinsamen Daten unter weitestgehendem Verzicht auf Datenreplikation bereitstellt. Die in einem Maschinenbauunternehmen unvermeidbare Datenredundanz soll durch effektive Maßnahmen zum automatischen Datenabgleich begegnet werden.

4.1.2 Informationszugriff und -weitergabe

Eine verteilte integrierte Datenhaltung wirft auch Probleme der Verfügbarkeit und des Datenzugriffs auf. So wurde festgestellt, daß die Verfügbarkeitstoleranzen zwischen den verschiedenen Unternehmensbereichen stark variieren. Trotzdem konnte eine deutliche Verschiebung der tolerierbaren Verzögerungen in den Minuten- und Sekundenbereich vermerkt werden. Dies konnte auch mit den auftretenden Schäden bei Nicht-Verfügbarkeit der Daten belegt werden, die von den Anwendern zukünftig als wachsend beurteilt wurden. Hierzu wird von einem Informationssystem die Möglichkeit eines alternativen Datenzugriffs gefordert, über den aktuell nicht verfügbare Daten zumindestens näherungsweise ermittelt werden können.

Interessant, auch vor dem Hintergrund moderner Organisationformen, war die Bereitschaft der befragten Unternehmen, zukünftig auch mit unvollständigen und inkonsistenten Daten zu arbeiten. So werden in den Bereichen F&E, Konstruktion und Planung unvollständige und inkonsistente Daten in einem überschaubaren Rahmen toleriert. Dies macht jedoch im Informationssystem geeignete Mechanismen erforderlich, Inkonsistenzen für den Anwender explizit sichtbar zu machen und Synchronisationskonzepte bereitzustellen, die das Arbeiten mit inkonsistenten Daten ermöglichen.

Für eine integrierte Informationsverwaltung müssen nicht nur Konzepte zur Datenhaltung bereitgestellt werden, sondern auch Mechanismen zum Zugriff und zur Weitergabe von Informationen. Sie spielen insbesondere in Unternehmen eine Rolle, in denen eine hohe natürliche Fluktuation von Mitarbeitern gegeben ist, die mit ihrem Ausscheiden das Wissen mitnehmen. Informationen über Daten innerhalb eines Unternehmen stellen somit das KnowHow des Unternehmens dar. Mit der Forderung nach einer hohen Verfügbarkeit, ggf. über einen alternativen Datenzugriff, müssen hierzu vom Informationssystem dedizierte Konzepte bereitgestellt werden. Die Umfrage ergab, daß hier insbesondere Mechanismen zum aktiven Verbreiten der Daten (Push-Prinzip) gefordert sind. Daneben soll es einem Anwender aber auch ermöglicht werden, Daten selbständig im Unternehmen zu suchen (Pull-Prinzip). Da durch das aktive Verbreiten von Informationen der Anwender täglich mit einer großen, komplexen Informationsmenge konfrontiert ist, werden zudem informationstechnische Mechanismen zur Bewältigung der Informationsflut benötigt.

Hieraus ergeben sich an ein modernes Informationssystem die Anforderungen, daß neben einem alternativen Datenzugriff auch Maßnahmen bereitgestellt werden müssen, die die Verfügbarkeit von Daten im Sekunden- und Minutenbereich garantieren, daß Dateninkonsistenzen vom System aufgedeckt werden müssen und daß unterschiedliche Mechanismen zur dedizierten Informationspropagierung vorzusehen sind.

4.2 Bestehende Technologie

Um den ermittelten Erkenntnissen zukünftiger Verteilungsanforderungen gerecht zu werden, werden Mechanismen in verschiedenen Bereichen der Informatik benötigt. Sie betreffen die Vernetzung, die Datenbanktechnologie, die Datenverwaltung und infrastrukturelle Mechanismen zur Kooperation innerhalb eines Unternehmens. Diese Bereiche werden im folgenden hinsichtlich der neu gestellten Anforderungen im Maschinenbau am heutigen technischen Stand reflektiert.

Heute vorhandene Netzwerktechnologien erfüllen bereits die Forderung nach Bereitstellung einer technischen Infrastruktur zur Kommunikation im Unternehmen. Da sich das Datenaufkommen nicht ändern wird, kann bereits heute die bestehende Technologie genutzt werden. Dies muß aber im Blick auf andere Anwendungsbereiche, wie z.B. Multimedia oder dienstintegrierende Netze, relativiert werden.

Zur Integration rechnergestützter Werkzeuge (CAD, PPS) im ingenieurwissenschaftlichen Bereich hat sich nach heutigen Erfahrungen die Datenbanktechnologie als das beste geeignete Medium durchgesetzt. Bereits seit den 80er Jahren wurden allerdings die Unzulänglichkeiten herkömmlicher, relationaler Datenbanksysteme erkannt. Ihre Nachteile, wie z.B. die Segmentierung der Datenobjekte auf verschiedene Relationen und ihre Wiedergewinnung über künstliche Schlüsselattribute, führten zu einer hohen Redundanz und

damit zu wesentlichen Verarbeitungsproblemen und zu signifikanten Effizienzverlusten. Dies bewirkte ein Paradigmenwechsel hin zu objektorientierten Datenbanken, deren Datenmodell (Objekte als Aggregat von Struktur und Verhalten) diese Probleme vermeidet [HML+95, KeM94, KiZ95].

Betrachtet man heutige Informationssysteme in Maschinenbauunternehmen, so stellt man fest, daß komplexe, monolithische Systeme im PPS-Bereich existieren, die aber nicht alle Teile des Unternehmens durchgängig abdecken [FFB94]. Gerade die große Zahl von unterschiedlichen heterogenen CAX-Systemen macht die Integration der verschiedenen Unternehmensbereiche aufwendig und kostenintensiv.

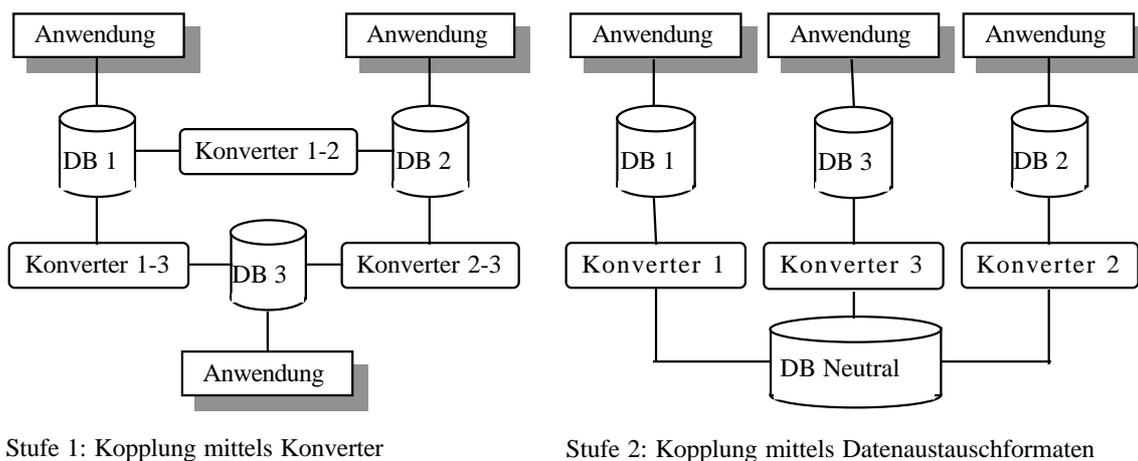


Abbildung 4.2: Integrationsstufen 1 und 2

Ihre Integration über Konverter und getrennte oder integrierte Datenbanken wird in [KeM94] in vier Stufen beschrieben. Der erste Schritt zur Integration unterschiedlicher Werkzeuge und Systeme ist der direkte Datenaustausch zwischen den einzelnen Datenbanken über angepasste Konverter (Abb. 4.2, links). Dieser Ansatz erfordert eine hohe Anzahl an Konvertern, die für beide Richtungen ausgelegt sein müssen. Den resultierenden Aufwand kann man in einem zweiten Schritt durch den Einsatz neutraler Datenaustauschstandardformate, wie sie bereits mit EDIFACT [Geo93] und STEP [GAE+94a, GAE+94b, GAE+94c] bekannt sind, reduzieren (Abb. 4.2, rechts). Aber auch hier sind noch verschiedene Konvertierer erforderlich, die einen zeitnahen Datenaustausch erschweren. Sie gestatten aber bereits eine teilweise Integration der verschiedenen Applikationen und damit einen Abgleich der mehrfach gehaltenen Daten. Sie unterstützen letztendlich ein gemeinsames Verständnis über die Semantik der Daten, entweder implizit in der Kodierung der Filter oder explizit in der Strukturierung des Datenaustauschformates. Ihr Einsatz weist aber dennoch eine inhärente Datenredundanz auf, die automatisch nicht abgeglichen werden kann.

Eine wirkliche Integration ist erst mit dem Einsatz einer gemeinsamen Datenbasis mit einem einheitlichen Datenmodell möglich, die den Anwendungen eine logisch zentrale Datenhaltung bereitstellt (Abb. 4.3, links). Logisch deswegen, da nur eine einheitliche Sicht, eine One Copy View, den Anwendungen bereitgestellt werden muß. Eine dabei noch mögliche technisch redundante Haltung der Datenobjekte soll dem Anwender transparent sein. Eine physikalisch zentrale Umsetzung wäre aufgrund der vorzufindenden Rechnerinfrastrukturen heutiger Unternehmen und vor dem Hintergrund aktueller Rightsizing-Trends kein gangbarer Weg. Dies gilt vor allem unter Berücksichtigung einer standortübergreifen-

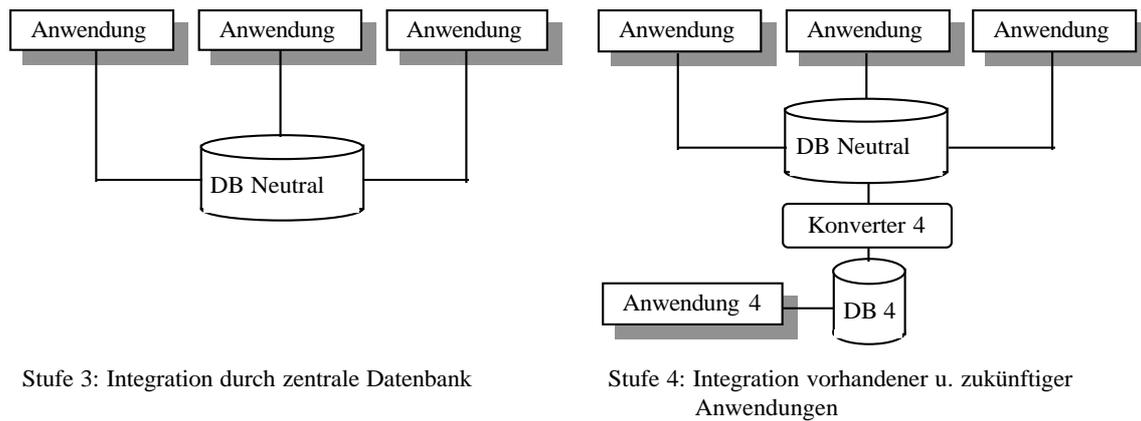


Abbildung 4.3: Integrationsstufen 3 und 4

den Integration der Informationstechnik. Folglich müssen objektorientierte Datenbanken physikalisch verteilt realisiert werden.

Da mit dem Einsatz einer zentralen Datenbank die bisherigen Datenbestände des Unternehmens und deren Anwendungen nicht mehr integriert sind, wird in einer vierten Stufe eine Integration von vorhandenen und zukünftigen Anwendungen vorgeschlagen (Abb. 4.3, rechts). Diese besteht aus einer vorübergehenden Kombination einer idealen, zentralen Datenbank mit Datenbanken, die über Konvertern an die zentrale Datenbank gekoppelt sind. Über diese dedizierten Datenbanken können bestehende Anwendungen auf den Datenbestand der zentralen Datenbank über einen Konverter zugreifen.

Bisherige Ansätze zur losen Kopplung von Datenbanken behandeln vorrangig Probleme wie die Integration heterogener Schemata (z.B. [FaN92]), heterogener Ablaufmodelle [GrR93] und die Kopplung heterogener Datenbestände durch Föderation (z.B. [Ram91]). Konzepte zur Lokalisierung und Migration von Objekten innerhalb von verteilten objektorientierten Datenbanken werden in [KoK94b] diskutiert.

Die Wissenspropagierung in verteilten Systemen ist ein Problemgebiet, welches in verteilten Systemen bislang kaum behandelt wurde. Ein erster Ansatz hierzu wird in [KeK95] erläutert, in dem der Trading-Dienst zur losen Kopplung von objektorientierten Datenbankclustern integriert wird und durch spezielle Föderations- und Kooperationskontrakte verschiedene adaptive Wissenspropagierungsbeziehungen modelliert werden kann.

Kapitel 5

Sonderforschungsbereich 346

Die vorgestellte empirische Studie entstand im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 346 (Rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen) der DFG. Er beschäftigt sich seit 1990 als einziges Großforschungsprojekt in Deutschland mit der modernen Datenbank- und Verteilungstechnik als Integrationsplattform im Maschinenbau. In diesem Kapitel wird der SFB 346 kurz vorgestellt und die für diese Studie relevanten Arbeiten näher beleuchtet.

5.1 Übersicht

Die Zielsetzung des SFB 346 ist die Optimierung betrieblicher Funktionen und Abläufe im Maschinenbau durch einen integrierten informationstechnischen Ansatz. Zentrales Herzstück des SFB ist ein integriertes Produkt/Produktionsmodell (PPM) [MeH95], über das die Datenverwaltung von der Angebotsplanung, der Konstruktion, der Arbeitsplanung bis hin zur Fertigung modelliert wird. Das heutige PPM steht derzeit in der Konsolidierungsphase, muß dennoch noch um weitere Anforderungen, wie z.B. als Wissensspeicher in verteilten Standorten zu dienen oder um Kooperation und Parallelität von Prozessen unterstützen zu können, erweitert werden.

Auf das PPM greifen Funktionen zu, die auf den Ebenen der Auftragsabwicklung und der Fabrikplanung anzuordnen sind. Die ergebnisorientierten Teilbereiche des SFB sind die Funktionen der Produktplanung und der Herstellung, also diejenigen Bereiche eines Unternehmens ab, die an der Entstehung des Produktes von der Angebotsbearbeitung über die Konstruktion, Arbeitsvorbereitung bis hin zur Fertigung beteiligt sind. Im planungsorientierten Teilbereich werden hingegen an Funktionen gearbeitet zur effizienten Nutzung betrieblicher Ressourcen (z.B. Fertigungsmittel und Personal) sowie der flexiblen Anpassung der betrieblichen Aufbau- und Ablauforganisation (Materialflußplanung, Informationssystemplanung, Organisationsstrukturplanung).

Die Organisationsform des SFB orientiert sich an dem aus den obigen Zielen ableitbaren Arbeitsprogramm. Sie ist in fünf übergeordnete Projektbereiche (A-E) gegliedert, die sich ihrerseits in Teilprojekte aufteilen. Hierbei wird eine interdisziplinäre Kooperation zwischen fünf Maschinenbauinstituten und zwei Informatik-Instituten, sowie eine hochschulübergreifende Kooperation zwischen Karlsruhe und Dresden umgesetzt. Im folgenden werden die Arbeitsthemen der Projektbereiche kurz zusammengefaßt:

- **Bereich A: *Übergeordnete Problemfelder***
Im Bereich A werden Ansätze der objektorientierten Datenbanken hinsichtlich Evolution und Kooperation erweitert. Das integrierte Produkt/Produktionsmodell (PPM) wird für die kooperative und iterative Erstellung desselben und dessen Nutzung als Wissensspeicher erweitert. Neue Ansätze der Verteilung von objektorientierten Datenbanken und der Kommunikation zwischen den Systemen sowie zwischen Menschen und Maschine werden erforscht.
- **Bereich B: *Angebot/Auftrag Vertrieb***
Der Bereich B wendet sich neuen Methoden der Angebotsbearbeitung, der Auftragsabwicklung und des Vertriebs zu. Dabei wird besonders der Erkenntnis Rechnung getragen, daß bereits im Vorfeld der Angebotsbearbeitung festgelegte Pflichten dem Kunden gegenüber in Form von Vorgaben und Randbedingungen der nachfolgenden Konstruktion und Arbeitsplanung über das PPM übergeben werden. Dazu wird ein sogenanntes Anforderungsmodell eingeführt. Gleichzeitig spielt die Organisation der Auftragsabwicklung eine zentrale Rolle.
- **Bereich C: *Entwicklung Konstruktion***
Im Bereich C sollen insbesondere der Einsatz von Informationsspeichern bei der Lösungsfindung, die Modularisierung der Auftragsbearbeitung durch das Konzept der Konstruktionsräume und die Integration von Berechnungsverfahren bearbeitet werden. Dabei hat das Bauteil im Produktzusammenhang hinsichtlich seiner Einordnung im PPM zentrale Bedeutung.
- **Bereich D: *Planung***
Der Bereich D bearbeitet die Planung von Produktionseinrichtungen. Dabei spielt das gesteuerte Zusammenwirken der einzelnen Planungsbereiche im Sinne konkurrierender und simultaner Vorgehensweisen eine zentrale Rolle.
- **Bereich E: *Arbeitsvorbereitung Fertigung***
Der Bereich E wendet sich Fragen der Arbeitsvorbereitung und der Fertigung zu. Hierzu wird berücksichtigt, daß der Trend zunehmend in Richtung Dezentralisierung zu mehr und mehr autonomen Strukturen führt. Neue Architekturkonzepte, deren kennzeichnende Merkmale der Aufbau einer Prozeßsystembasis und die Berücksichtigung von Erfahrungswissen bei der Informationsrückführung sind, sollen Schnittstellen reduzieren, Rücksprachen vermeiden und somit Produktentstehungszeiten reduzieren helfen.

Das informationstechnische Rückgrat des SFB 346 stellt die vom Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD, Prof. Dr. Lockemann) entwickelte objektorientierte Datenbank GOM (Generic Object Model) [KeM94, KiZ95] dar. Sie stellt die technische Voraussetzung für die Integration der Teilschritte zur Produkterstellung. Über sie können die ingenieurwissenschaftliche Werkzeuge von der Erstellung der Angebote über die Konstruktion, Fertigung, Montage bis hin zur Auslieferung kooperieren. Basierend auf dieser Datenbank werden vom Institut für Telematik (ITM, Prof. Dr. Krüger) Verteilungsmechanismen zur Objektmigration, -lokation und -kooperation bereitgestellt.

Die Integration verschiedener ingenieurwissenschaftlicher Werkzeuge erfordert jedoch mehr als eine gemeinsame verteilte objektorientierte Datenbank. Der Informations- und Wissensfluß zwischen den verschiedenen Stufen des Entwicklungsprozesses eines Produkts, wie er im

Rahmen des Simultaneous Engineering gefordert wird, ist ohne gemeinsames Wissen über den Inhalt und die Semantik ausgetauschter Daten unmöglich. Dies wird durch das integrierende PPM erreicht, das als Datenmodell einen Informationsaustauschstandard zwischen den verschiedenen Werkzeugen dargestellt (RPK, Prof. Dr.-Ing. Grabowski).

Im März 1995 wurde der Stand der aktuellen Ergebnisse des Sonderforschungsprojektes 346 im Rahmen zweier Workshops Vertretern aus der Industrie vorgestellt. Der erste Workshop hatte zum Thema *Innovative Produktentwicklung* und der zweite Workshop *Integrierte Planung flexibler Produktionssysteme*. Die Ergebnisse dieser Workshops sind in einem Tagungsband in [GRZ95] zusammengefaßt.

5.2 Rolle des Instituts für Telematik

Das Hauptziel der Arbeiten des Instituts für Telematik im Teilprojekt *Verteilte Objektverwaltung* des SFB 346 liegt in der Entwicklung, Realisierung und weiterführenden Analyse von Basismechanismen für verteilte objektorientierte Datenbanken, speziell hinsichtlich den Anforderungen ingenieurwissenschaftlicher Anwendungen.

Gegenstand der aktuellen Arbeiten in der Weiterentwicklung von GOM ist die Untersuchung und Entwicklung von Lokalisierungs- und Migrationstechniken für das objektorientierte Datenmodell [KKK+94]. Sie werden benötigt, um zum einen eine ubiquitäre Sichtweise auf die Objektpopulation und zum anderen Performanzgewinne durch das Zusammenziehen von Objekten mit einem gemeinsamen Nutzungsschwerpunkt zu ermöglichen. Hierzu wurde GOM in eine verteilte Datenbank dGOM (Distributed Generic Object Model) weiterentwickelt. dGOM umfaßt neben dem lokationstransparenten lokalen und entfernten Objektaufwurf auch die Möglichkeit der Objektmigration zwischen mehreren GOM-Datenbankservern.

Um die standortübergreifende Infrastruktur von heutigen Unternehmen ausreichend zu unterstützen, wird zudem ein Cluster-Konzept erarbeitet, welches es gestattet, objektorientierte Datenbanken lose zu koppeln. Ein Cluster besteht hierin gemäß administrativen Gesichtspunkten aus einzelnen Rechnermengen und einem GOM-Datenbankserver, der den Anwendungen innerhalb eines Clusters eine einheitliche Sicht auf die benötigte Teilobjektpopulation garantiert [KoK94a]. Wesentliche Aufgabenstellung bei diesem Cluster-Konzept ist die Persistenzsicherung der Datenobjekte beim Aufruf und Migration von Datenobjekten über Cluster-Grenzen hinweg [KoK94b].

Ein weiteres Forschungsgebiet bei der losen Kopplung von objektorientierten Datenbanken am Institut ist die Frage nach Techniken der Wissenspropagierung. Herkömmliche Einstiegspunkte in objektorientierte Datenbanken sind die Anfrage nach der Typextension oder ein Einstieg über persistente Variablen. Beide Ansätze weisen eine hohe Inflexibilität bei der Umstrukturierung eines Unternehmens auf, da sie auf globalen Strukturen aufsetzen, deren systemweiter Abgleich hinsichtlich der erforderlichen Kommunikationsaufkommen nicht mehr vertretbar ist. Um eine adaptive Verwaltungsstruktur der Datenobjekte in einem verteilten System ohne globale Strukturen bereitstellen zu können, wird in aktuellen Untersuchungen der Einsatz des Trading-Paradigmas [Kel93] zur losen Kopplung von Datenbank-Clustern untersucht. Es stellt ein Koordinationswerkzeug zur Verfügung, um privat angelegte Datenobjekte an dedizierte Benutzergruppen bekannt zu machen. Hiermit kann sowohl nach dem Push-Prinzip das Wissen um ein Datenobjekt fremden Cluster

weitergeleitet werden, wie auch nach dem Pull-Prinzip das Wissen erst bei Bedarf eingeholt werden [KeK94]. Die Integration des Trading-Paradigmas als bedarfsgesteuertes und adaptives Informationspropagierungswerkzeug in ein System lose gekoppelter objektorientierter Datenbanken wird in [KeK95] erläutert. Technische Aspekte zu ihrer Realisierung sind Gegenstand in [GKK95].

Kapitel 6

Conclusio und Danksagung

Forschung in der Informatik haftet häufig die Kritik an, daß sie sich im Elfenbeinturm der Wissenschaft bewegt. Um dem entgegenzuwirken, wird seit 1990 im Sonderforschungsbe-
reich 346 (Rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen) der DFG interdisziplinäre Forschung betrieben, in der sich die zu erarbeitenden Konzepte und Mechanismen stets unter der pragmatischen Umsetzung in der Praxis bewähren müssen. Hierzu ist es allerdings erforderlich, die Problemstellungen der Unternehmen von heute aber auch zukünftig zu erwartende Tendenzen frühzeitig aufzunehmen und sie in moderne Entwicklungsplattformen zu lösen.

In diesem Umfeld ist die Ende 1994 vom Institut für Telematik der Universität Karlsruhe durchgeführte empirische Studie zu sehen. Sie hatte die Erfassung des aktuellen Standes sowie die tendenzielle Entwicklung von Anforderungen an Verteilungsmechanismen innerhalb von Maschinenbau-Unternehmen zum Ziel. Sie stellen hinsichtlich des Anwendungsprofils im ingenieurwissenschaftlichen Bereich komplexe Anforderungen an eine integrierende Informationstechnik, die insbesondere durch die starke Verzahnung der Aktivitäten und durch das massive Datenaufkommen geprägt ist.

Die Studie hat im Forschungsumfeld zwei wesentliche Nutzen. Zum einen erlaubt sie, bereits entwickelte Techniken an den genannten Anforderungen zu reflektieren und die Rahmenbedingungen dieser Ansätze mit der Praxis zu überprüfen. Dies ist umso bedeutsamer, als sich die heutigen informationstechnischen Entwicklungen zum Einsatz im Maschinenbau oft auf Annahmen stützen, die bisher noch in keiner Studie empirisch untermauert wurden. Zum anderen können mit der Studie neue Impulse an zukünftige Forschungsaktivitäten gegeben werden, sich der aufgedeckten, neuartigen Themengebiete zu widmen und bisherige Untersuchungen gemäß den neuen Randbedingungen auszudehnen. Hierin stellen die Ergebnisse der Studie sicherlich ein hohes Potential an zukünftige Arbeitsgebiete dar.

Auf der anderen Seite ermöglicht die Studie heutigen Unternehmen, neue Impulse für die Möglichkeit der EDV-Integration zu setzen. Diese gestatten es nicht nur, ein Problembewußtsein für die heutigen Möglichkeiten zu schaffen, sondern auch vorhandene wie auch geplante Informationstechnologien im eigenen Unternehmen vor dem Hintergrund dieser zukunftsgerichteten Studie zu reflektieren. Dies ist für die Universität ein Weg, aus dem Elfenbeinturm der Wissenschaft auszubrechen und sich mit den neuen Forschungsergebnissen in die Industrie einzubringen.

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei den an der Studie Mitwirkenden herzlich bedanken. Unser Dank geht zunächst an die Befragten der Maschinenbauunternehmen selbst. Sie haben sich sehr viel Zeit genommen, sich mit den umfangreichen Fragebogen auseinanderzusetzen. Insbesondere ihre persönliche Einschätzung der von Ihnen zu erwartenden Entwicklung ermöglichte es, daß die Ergebnisse der Studie auch in absehbarer Zukunft einen hohen Stellenwert einnehmen.

Unser Dank geht auch an die Herren, die im Rahmen des Alpha- und Beta-Tests zahlreiche Ratschläge zur Konzipierung des Fragebogens gaben. Ohne ihre Hilfe wäre es für uns, die wir im Bereich der Informatik tätig sind und deswegen auch eine eigene Fachsprache benutzen, kaum möglich gewesen, die Probleme in der Terminologie und der Strukturierung zu erkennen und zu lösen. Auch konnten sie uns einige interessante Hinweise geben, die uns die Durchführung erleichterten.

Weiterhin bedanken wir uns bei den Herren Prof. Dr. H. Grabowski und Dr. S. Rude vom Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion der Universität Karlsruhe, die uns ihren umfangreichen Adreßbestand zur Verfügung gestellt haben und uns in der Durchführung der Studie unterstützt haben.

Literaturverzeichnis

- [FaF89] G. Fandel, P. Francois: *Just-in-Time-Produktion und -Beschaffung, Funktionsweise, Einsatzvoraussetzung und Grenzen*. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Nr. 5, S. 531 ff., 1989.
- [FaN92] P. Fankhauser, E.J. Neuhold: *Knowledge based integration of heterogeneous Databases*. IFIP-Workshop DS-5 Semantics of Interoperable Database Systems, Lorne, Victoria, Australia, November 1992.
- [FFB94] G. Fandel, P. Francois, K.-M. Gubitz: *PPS-Systeme, Grundlagen, Methoden, Software, Marktanalysen*. Springer-Verlag, Berlin, 1994.
- [GAE+94a] H. Grabowski, R. Anderl, J. Erb, A. Polly: *STEP — Grundlagen der Produktionsdatentechnologie*. Teil 1, CIM-Management, April 1994.
- [GAE+94b] H. Grabowski, R. Anderl, J. Erb, A. Polly: *STEP — Grundlagen der Produktionsdatentechnologie*. Teil 2, CIM-Management, Mai 1994.
- [GAE+94c] H. Grabowski, R. Anderl, J. Erb, A. Polly: *STEP — Grundlagen der Produktionsdatentechnologie*. Teil 3, CIM-Management, Juni 1994.
- [Geo93] T. Georg: *Implementierung der EDIFACT-Norm — Geplantes Vorgehen*. iX, Nr. 10, S. 124-131, 1993.
- [GKK95] A. Grosse, D. Kottmann, L. Keller: *Exploiting the Trading-Paradigm for Locating Entry-Points into Distributed Object-Oriented Databases*. International Conference on Object-Oriented Information Systems (OOIS'95), Dublin City University, Dublin, 1995.
- [GrR93] J. Gray, A. Reuter: *Transaction Processing: Concepts and Techniques*. Morgan-Kaufman Publishers, San Mateo, California, 1993.
- [GRZ95] H. Grabowski, S. Rude, G. Zülch (Hrsg.): *Innovative Produktentwicklung und Produktsystemplanung*. Verlag SFB 346, Universität Karlsruhe. Erscheint 1995.
- [HML+95] T. Härder, B. Mitschang, U. Link, N. Ritter: *Workstation/Server-Architekturen für datenbasierte Ingenieur Anwendungen*. Informatik — Forschung und Entwicklung, Vol. 10, S. 55-72, 1995.

- [Kel93] L. Keller: *Vom Name-Server zum Trader — Ein Überblick über Trading in verteilten Systemen*, in Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation (PIK), Vol. 3, 1993, S. 122–133.
- [Ker94] Z.-M. Kern: *Verteilungsanforderungen in Maschinenbauunternehmen*. Diplomarbeit, Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe, Oktober 1994.
- [KeK94] L. Keller, D. Kottmann: *Verwaltung loser-gekoppelter objektorientierter Datenbankcluster mittels Trading*, 39. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium, Ilmenau, 1994
- [KeK95] L. Keller, D. A. Kottmann: *Verteilung und Mobilität in einer objektorientierten Datenbank*. GI/ITG-Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS'95), Chemnitz-Zwickau, Februar 1995.
- [KeM94] A. Kemper, G. Moerkotte: *Object-Oriented Database Management: Applications in Engineering and Computer Science*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1994
- [KiZ95] C. Kilger, A. Zachmann: *Objektorientierung: Der Schlüssel für die integrierte Konstruktion und Fertigung?* In H. Grabowski, S. Rude, G. Zülch (Hrsg.): Innovative Produktentwicklung und Produktsystemplanung. Verlag SFB 346, Universität Karlsruhe, S. 79-105. Erscheint 1995.
- [KKK+94] L. Keller, C. Kilger, D. Kottmann, G. Moerkotte, A. Schill, H.-D. Walter, A. Zachmann: *Aktive und mobile Objekte als Modellierungskonzept für dezentrale Ingenieur Anwendungen*. 3. GI/ITG/GMA Fachtagung Software Technik in Automation und Kommunikation — Datenbanken unter Realzeit- und technischen Entwicklungsanforderungen (STAK'94), Ilmenau, März 1994.
- [KMW+91] S. Kemper, G. Moerkotte, H.-D. Walter, A. Zachmann: *GOM: A strongly typed, persistent object model with polymorphism*. In Proc. Conf. Databases in Office, Engineering and Science (BTW), S. 198–217, Kaiserslautern, Informatik-Fachberichte Nr. 270, Springer-Verlag, Mai 1991.
- [KoK94a] D. Kottmann, L. Keller: *Transparent Support for Object Mobility in an Object-Oriented Database*, International Conference of Research and Applications in Software Engineering, Information Systems and Distributed Systems (ISACC'94), ITESM Campus, Monterrey, Mexico, 1994
- [KoK94b] D. Kottmann, L. Keller: *Integrating Distribution and Mobility into an Object-Oriented Database*, International Conference on Object-Oriented Information Systems (OOIS'94), South Bank University, London, UK, 1994
- [Mef92] H. Meffert: *Marketingforschung und Käuferverhalten*. 7. Aufl., Gabler-Verlag, 1992.
- [MeH95] E. Meis, K. Hain: *Standardisierung versus Wiederverwendung von Produktmodellen*. In H. Grabowski, S. Rude, G. Zülch (Hrsg.): Innovative Produktentwicklung und Produktsystemplanung. Verlag SFB 346, Universität Karlsruhe, S. 39–77. Erscheint 1995.

-
- [Owe93] J. Owen: *STEP — An Introduction*. Information Geometers, 1993.
- [Ram91] S. Ram: *Heterogeneous Distributed Database Systems*. Computer 24(12), December 1991.
- [SFB346] Sonderforschungsbereich 346: *Rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen*. Universität Karlsruhe (TH), 1. Fortsetzungsantrag (1.7.1993–30.6.1996).
- [Sup85] J. Suppan-Borowka: *MAP-Standardisierung der Fabrik-Kommunikation*. DATACOM, Nr. 3, S. 4-6, 1985.
- [War93] H.-J. Warnecke: *Revolution der Unternehmenskultur, Das Fraktale Unternehmen*. 1993.

Anhang A

Fragebogen