

# **Entwicklung eines Informationssystems für das Kooperative Produktengineering**

Vom Fachbereich Maschinenbau  
der Universität Hannover

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor-Ingenieur  
genehmigte Dissertation

von

**Dipl.-Ing. Holger Seidemann**

geboren am 24. März 1972 in Spremberg

2001

1. Referent: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Hans Kurt Tönshoff

2. Referent: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. Hans-Peter Wiendahl

16. Januar 2002

## Zusammenfassung

Eine vorausschauende, auf die zukünftigen Anforderungen des Marktes ausgerichtete Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen erfordert eine enge Zusammenarbeit aller in den Prozeß des Produktengineering involvierten Bereiche und Personen. Kooperatives Produktengineering unterstützt eine solche Zusammenarbeit durch die organisatorische Verknüpfung der Strategischen Geschäftsfeldplanung mit den Bereichen der Produkt- und Prozeßentwicklung. Diese auf einem intensiven Informationsaustausch basierenden Kooperation muß noch durch ein geeignetes Informationssystem ergänzt werden, um den Anforderungen moderner Arbeitsweisen, wie z.B. inderdisziplinäre Projektarbeit, zu entsprechen. Die bestehenden Systeme entsprechen diesen Anforderungen nicht.

In der vorliegenden Arbeit wird das Problem aufgegriffen und ein entsprechendes Systemkonzept für das Kooperative Produktengineering entwickelt. Dieses besteht aus den in einen geschlossenen Regelkreis eingebundenen Komponenten zur Planung, Steuerung und Überwachung von Informationsflüssen. Mit der Planungskomponente des Informationssystems können projektspezifische Engineeringprozesse als Grundlage für formelle Informationsflüsse konfiguriert werden. Mit der Steuerungskomponente werden unter Einbindung eines Workflow-Managementsystems diese formellen Informationsflüsse gesteuert und darüber hinaus situativ auftretender Informationsbedarf durch Funktionen zur kontextsensitiven Informationssuche und -verteilung befriedigt. Die daraus resultierenden Informationsflüsse werden mit der Monitoringkomponente erfaßt und daraus signifikante Veränderungen der Kommunikationsstrukturen im Unternehmen ermittelt und im Prozeßmodell für das Kooperative Produktengineering eingepflegt. Dadurch wird eine kontinuierliche Anpassung des Informationssystems an sich verändernde Einsatzbedingungen erreicht.

Schlagworte: Informationssystem, Geschäftsfeldplanung, Produktengineering

## **Abstract**

A pre-emptive development of successful products and services for the future requires a strong co-operation of all departments and peoples involved. The concept of Co-operative Product Engineering (CPE) supports such collaboration through organisational links between the business development of a company and its departments for product and process development. Apart from organisational means such collaboration needs to be supported by an appropriate information system. Nowadays work bases on much more communication than it used to be especially within modern working environments, e.g. interdisciplinary project teams. Because the existing systems do not provide the required functionalities a new kind of an information system is necessary.

This dissertation tackles the problem through a newly developed concept of an information system in order to support collaboration within product engineering properly. It consists basically of three modules that are integrated into a control circle. The planning module allows the user to configure project specific engineering process which are the basis for formal information flows. The second module controls these formal information flows via a workflow management system. Furthermore spontaneously arising demands for information can be responded through functions for information search and information retrieval. The resulting informal information flows as well as the formal information flows are monitored and analysed in order to establish significant changes of the communication structure of a company. Such changes are fed back into the underlying process model of the co-operative product engineering. By that a continuous alignment of the information system to dynamically changing environments can be achieved.

Key words:            information system, business development, product engineering

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>AUSGANGSSITUATION UND PROBLEMSTELLUNG.....</b>	<b>4</b>
2.1	Einordnung und Bedeutung des Produktengineering .....	4
2.2	Anforderungen an ein marktgerechtes Produktengineering.....	5
2.3	KPE - Kooperatives Produktengineering.....	6
2.4	Informationssysteme im Produktengineering .....	9
2.5	Systemanforderungen .....	12
<b>3</b>	<b>STAND DES WISSENS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Gestaltung von Engineeringprozessen .....</b>	<b>15</b>
3.1.1	Gestaltungsansätze.....	16
3.1.2	Planung von Engineeringprozessen.....	19
3.1.2.1	Prozeß- und Produktmodelle als Grundlage für die Ablaufplanung .....	19
3.1.2.2	Methoden zur Ablaufplanung .....	22
3.1.2.3	Planung der Aufbauorganisation .....	24
3.1.3	Steuerung von Engineeringprozessen .....	25
3.1.4	Schlußfolgerungen für die Arbeit .....	27
<b>3.2</b>	<b>Wissensmanagement im Produktengineering .....</b>	<b>28</b>
3.2.1	Grundlegende Begriffe und Definition.....	28
3.2.2	Aufgabenfelder des Wissensmanagements .....	29
3.2.2.1	Erfassung und Strukturierung von Wissen .....	29
3.2.2.2	Verteilung von Wissen.....	32
3.2.3	Systemunterstützung für das Informations- und Wissensmanagement.....	34
3.2.3.1	Dokumenten- und Produktdaten-Managementsysteme.....	34
3.2.3.2	Selbstlernende Systeme und Agenten.....	36
3.2.4	Schlußfolgerungen für die Arbeit .....	37
<b>3.3</b>	<b>Informationssysteme für das Produktengineering.....</b>	<b>38</b>
3.3.1	Büroinformationssysteme .....	39
3.3.1.1	Computer Supported Cooperative Work.....	39
3.3.1.2	Groupware.....	39
3.3.2	Information und Kommunikation in vernetzten, dezentralen Strukturen .....	44
<b>3.4</b>	<b>Relevante Vorarbeiten.....</b>	<b>47</b>
<b>3.5</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>50</b>

---

<b>4</b>	<b>ZIELSETZUNG UND AUFGABENSTELLUNG.....</b>	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>METHODISCHE GRUNDLAGEN DES INFORMATIONSSYSTEMS .....</b>	<b>54</b>
5.1	<b>Darstellung des Gesamtansatzes .....</b>	<b>54</b>
5.2	<b>Komponente I: Planung.....</b>	<b>57</b>
5.2.1	Ablaufplanung als Informationsflußoptimierung.....	58
5.2.1.1	Referenzprozeß des Kooperativen Produktengineering.....	59
5.2.1.2	Ableitung unternehmens- und fallspezifischer Teilmodelle.....	62
5.2.1.3	Informationsflußorientierte Reihenfolgebildung.....	64
5.2.2	Teambildung.....	68
5.3	<b>Komponente II: Steuerung.....</b>	<b>72</b>
5.3.1	Steuerung formeller Informationsflüsse .....	73
5.3.2	Steuerung informeller Informationsflüsse.....	74
5.3.2.1	Informationssuche.....	76
5.3.2.2	Informationsverteilung .....	80
5.4	<b>Komponente III: Monitoring .....</b>	<b>84</b>
5.4.1	Erfassung und Analyse von Informationsflüssen .....	85
5.4.1.1	Formelle Informationsflüsse.....	85
5.4.1.2	Informelle Informationsflüsse .....	87
5.4.2	Vergleich individueller Informationsprofile.....	90
<b>6</b>	<b>SOFTWARETECHNISCHE UMSETZUNG UND PRAKTISCHE VERIFIZIERUNG .....</b>	<b>92</b>
6.1	<b>Konzept des Informationssystems.....</b>	<b>92</b>
6.1.1	Funktionsmodell.....	92
6.1.2	Systemarchitektur.....	93
6.2	<b>Implementierung der Systemkomponenten.....</b>	<b>97</b>
6.2.1	Komponente I: Planung .....	97
6.2.1.1	Gestaltung der Datenbank.....	98
6.2.1.2	Gestaltung der Benutzerschnittstelle .....	99
6.2.2	Komponente II: Steuerung .....	101
6.2.2.1	Systemaufbau zur Steuerung informeller Informationsflüsse.....	102
6.2.2.2	Assoziative Informationssuche .....	102
6.2.2.3	Anlage von Informationsprofilen .....	103
6.2.2.4	Kontextsensitive Informationsverteilung.....	104
6.2.3	Komponente III: Monitoring.....	105
6.3	<b>Praktischer Systemeinsatz .....</b>	<b>107</b>
6.3.1	Verifizierung der Komponente I: Planung .....	107
6.3.1.1	Ausgangssituation beim Pilotunternehmen A .....	107
6.3.1.2	Anwendung der Planungskomponente .....	109
6.3.2	Verifizierung der Komponenten II und III: Steuerung und Monitoring.....	113

---

6.3.2.1	Ausgangssituation beim Pilotunternehmen B .....	113
6.3.2.2	Anwendung der Steuerungs- und Monitoring-Komponenten .....	114
<b>6.4</b>	<b>Resümee der Piloteinsätze .....</b>	<b>117</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>120</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>122</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>125</b>

---

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

ANSI	American National Standard Institute
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CAPP	Computer Aided Production Planning
CPM	Critical Path Method
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
DMS	Dokumenten-Managementsystem
DSM	Design-Structure-Matrix
EDM	Engineering Data Management
FEM	Finite Elemente Methode
I & K	Information & Kommunikation
KPE	Kooperatives Produktengineering
MPM	Metra Potential Method
NC	Numerical Control
OMIS	Organizational Memory Information System
PDM	Product Data Management
PDMS	Produktdaten-Managementsystem
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PPS	Produktionsplanung- und steuerung
SADT	Structured Analysis and Design Technique
SCOR	Supply Chain Operations Reference-model
SE	Simultaneous Engineering
STEP	Standard for Exchange of Product Model Data
VBA	Visual Basic for Application
WFM	Workflow Management
WFMC	Workflow Management Coalition
WFMS	Workflow-Managementsystem



# 1 Einleitung

„Wenn Siemens wüßte, was Siemens alles weiß ...“ Dieser Ausspruch des Konzernchefs Heinrich von Pierer lenkt die Aufmerksamkeit auf eines der gravierendsten Probleme, vor dem Unternehmen in der modernen Informationsgesellschaft stehen. Angesichts einer explosionsartigen Zunahme der zur Verfügung stehenden Informationsmenge gelingt es mangels geeigneter Werkzeuge immer weniger, diese gezielt zu nutzen. Die Bedeutung des Problems wird offensichtlich, wenn berücksichtigt wird, daß heute durchschnittlich 60% der Wertschöpfung eines Unternehmens direkt oder indirekt aus der Verarbeitung und Erzeugung von Informationen resultiert [WuK\_00]. Mit jeder neuen Information wird die zu verarbeitende Informationsbasis umfangreicher und es damit schwieriger, den immateriellen Wertschöpfungsprozeß effizient zu gestalten. Besonders gravierend ist dieses Problem im Produktengineering, da in diesem Bereich nahezu ausschließlich mit Informationen gearbeitet wird. Der Begriff Produktengineering umfaßt dabei mehr als die reine Konstruktion und Entwicklung sondern erstreckt sich auf den gesamten Bereich der Produkt- und Prozeßentwicklung.

Bereits in der Vergangenheit wurden Konzepte wie das Simultaneous Engineering entwickelt, um eine Beschleunigung des Entwicklungsprozesses durch einen effizienteren Informationsaustausch zu erreichen. Doch dieses allein auf die operative Umsetzung von Produktideen ausgerichtete Konzept entspricht nicht mehr den heutigen Wettbewerbsbedingungen. Insbesondere im Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau sind diese durch aggressive Konkurrenzkämpfe gekennzeichnet, die eine klare Positionierung der Unternehmen erfordern. Neue Geschäftsfelder müssen kontinuierlich gesucht und strategisch mit geeigneten Produkten erschlossen werden. Zu deren Entwicklung und Herstellung müssen strategische Geschäftsfeldplanung und Produktengineering kooperativ zusammenarbeiten. Die Basis hierfür ist eine intensive bereichsübergreifende Kommunikation erforderlich, welche durch organisatorische Maßnahmen und systemtechnische Mittel unterstützt werden kann.

In der vorliegenden Arbeit wird daher ein System entwickelt, das sowohl eine organisatorische als auch eine informationstechnische Verknüpfung aller an der Geschäftsfeldplanung und dem Produktengineering beteiligten Mitarbeiter ermöglicht. Mit dem Informationssystem wird das Ziel verfolgt, die Kommunikation zwischen diesen Mitarbeitern zu koordinieren und sie mit den benötigten Informationen zu versorgen. Dazu sollen die individuellen Informationsbedürfnisse kontinuierlich erfaßt werden, um die Informationsversorgung zunehmend zielorientierter zu gestalten.

Wie in Bild 1-1 dargestellt, wird im folgenden der Begriff und die konzeptionellen Grundlagen des Kooperativen Produktengineering sowie dessen Notwendigkeit eingehender beschrieben. Gleichzeitig werden die mit diesem Gestaltungskonzept verbundene Besonderheiten in organisatorischer und informationeller Hinsicht dargestellt. Daraus leiten sich spezifische Anforderungen an ein geeignetes Informationssystem ab (Kapitel 2). Die Planung und Umsetzung von Produkten erfolgt im Rahmen von Engineeringprozessen unter Nutzung informationstechnischer Mittel. Von den im zweiten Kapitel hergeleiteten Anforderungen ausgehend, werden daher bestehende Methoden zur Organisation von Engineeringprozessen, zum Wissensmanagement sowie bereits verfügbare Informationssysteme analysiert (Kapitel 3). Diese Analyse dient der Ermittlung von Ansätzen, welche als Basis für die Entwicklung des Informationssystems genutzt werden. Des weiteren wird der Handlungsbedarf bestimmt. Hieraus leitet sich die Zielsetzung für die weitere Entwicklung des Systems ab (Kapitel 4).

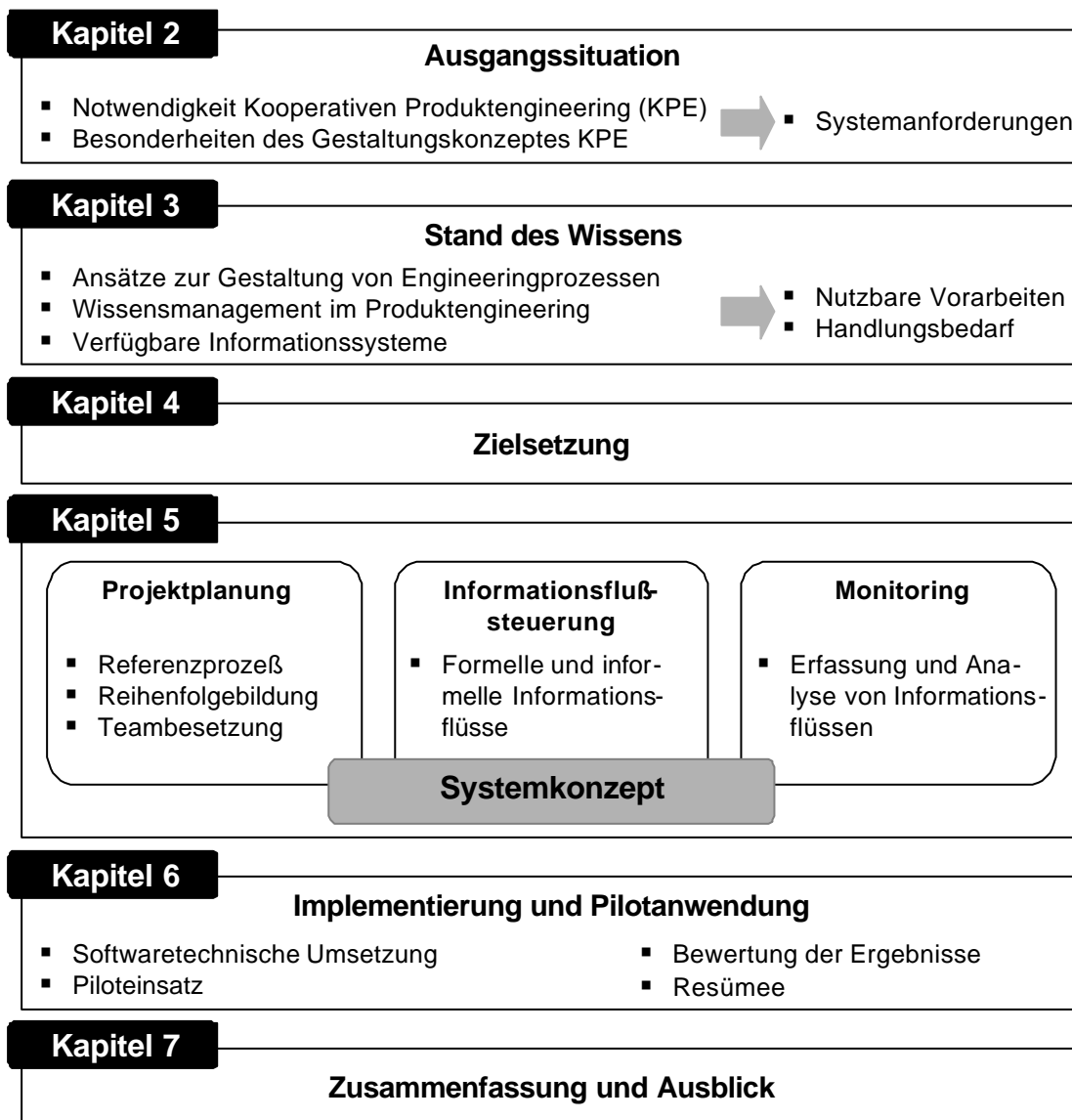


Bild 1-1: Struktur der Arbeit

Unter Einbeziehung der nutzbaren Vorarbeiten werden in Kapitel 5 die methodischen Grundlagen des Informationssystems, das Systemkonzept, erläutert. Dabei wird eine funktionale Gliederung des Systems in Komponenten zur Projektplanung, zur Informationsflußsteuerung sowie zu deren Monitoring verfolgt. Hieran schließt sich die Beschreibung der softwaretechnischen Implementierung des Systems und dessen praktischen Einsatz bei zwei Pilotunternehmen an. Anhand der dabei gesammelten Erfahrungen wird die Praxistauglichkeit des Systems bewertet (Kapitel 6). Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefaßt und ein Ausblick auf weitere Entwicklungsmöglichkeiten gegeben (Kapitel 7).

## 2 Ausgangssituation und Problemstellung

### 2.1 Einordnung und Bedeutung des Produktengineering

Ungeachtet der in den letzten Jahren geführten Diskussion um eine Intensivierung des Dienstleistungsangebots deutscher Unternehmen betrachten diese nach wie vor innovative und qualitativ hochwertige Produkte als die Basis ihres Erfolges. Eine Befragung von 80 Unternehmen aus der Automobilzulieferindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Elektrogeräteindustrie hat ergeben, daß vor allem Produktqualität und -preis sowie Time-to-market die entscheidenden Kriterien für den Markterfolg sind [GLR\_00]. Die Untersuchung hat des weiteren gezeigt, daß gerade diese Erfolgskriterien maßgeblich durch die Aktivitäten in der Produkt- und Prozeßentwicklung beeinflusst werden. In diesem Zusammenhang wird immer wieder auf die Tatsache hingewiesen, daß durch die Produkt- und Prozeßentwicklung sowohl 60-80% der Herstellkosten eines Produktes als auch zu 70% dessen Qualitätsmerkmale festgelegt werden [HAR\_92].

Gemäß der klassischen Strukturierung eines Unternehmens werden der Produktentwicklung die Aufgaben Planung, konstruktive Ausarbeitung sowie Erprobung von Produkten zugeordnet. Daran schließt sich die Prozeßentwicklung mit der Planung und Auslegung der erforderlichen Produktionsanlagen und -prozesse an. Diese Bereiche stehen in enger Beziehung zueinander. Um diese Beziehung auch begrifflich widerzuspiegeln, werden heute häufig alle produktbezogenen Tätigkeiten vor der Fertigung des Produktes unter dem Begriff Produktengineering zusammengefaßt [FGP\_00, BIN\_98, SÖN\_95].

Angesichts des überdurchschnittlichen Einflusses, den das Produktengineering auf den Erfolg eines Unternehmens ausübt, ist eine besonders effiziente Gestaltung der Abläufe in diesem Bereich erforderlich. Dabei wird nahezu immer eine Anpassung an allgemeine Entwicklungstrends in der Wirtschaft, wie z.B. Globalisierung des Wettbewerbs, verkürzte Innovations- und Produktlebenszyklen sowie steigende Produkt- und Prozeßkomplexität, angestrebt.

Wie in Bild 2-1 dargestellt, sind die verschiedenen Entwicklungstrends aber miteinander verknüpft, da sie sich einerseits bedingen und andererseits über Kreisläufe gegenseitig verstärken. Aufgrund dieser Verknüpfungen ist es wenig erfolgsversprechend, die Organisation eines Unternehmens an einzelnen, ausgewählten Trends auszurichten. Vielmehr ist es erforderlich, die Komplexität der Mechanismen zu erfassen und diesen mit entsprechend vielschichtig gestalteten Engineeringkonzepten zu begegnen [TÖN\_00a].

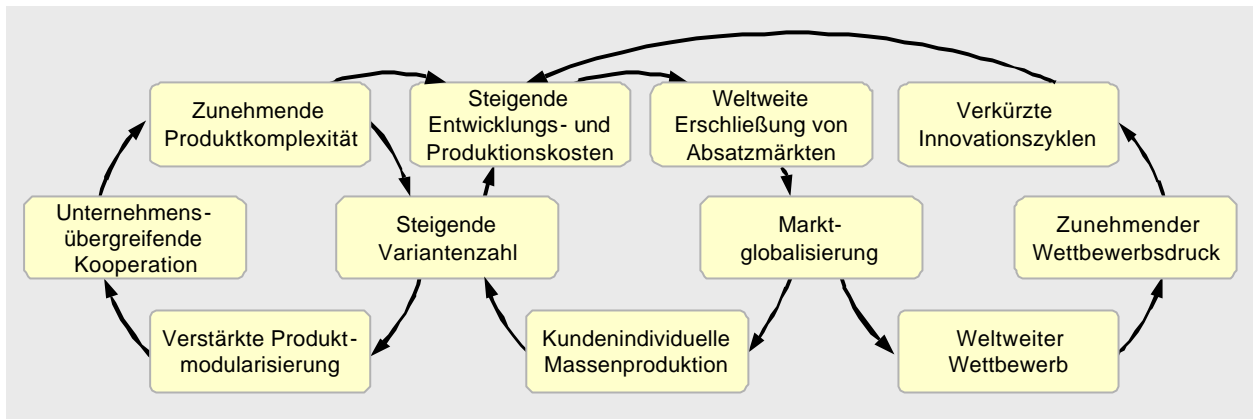


Bild 2-1: Trendverknüpfung

In den bisherigen Ansätzen wird jedoch kein entsprechendes Verständnis für die Durchführung des Produktengineering entwickelt, sondern lediglich versucht, die Auswirkungen einzelner Trends zu mildern. Als Beispiel seien an dieser Stelle das Variantenmanagement, Digital-Mock-Up und Workflow Management genannt. Bei diesen Ansätzen handelt es sich letztlich um reaktive Maßnahmen, wenn sie nicht in ein Gesamtkonzept eingebunden werden, welches die aktive Gestaltung des Marktes im Sinne des Unternehmens zum Ziel hat. Sich schnell entwickelnde Technik und damit einhergehende diskontinuierliche Veränderungsprozesse lassen Reagieren aber als kein geeignetes Mittel zur langfristigen Sicherung des Unternehmenserfolges erscheinen.

## 2.2 Anforderungen an ein marktgerechtes Produktengineering

Die Führungskräfte der Unternehmen sind daher gefordert, zukünftige Entwicklungen vorzudenken und eine darauf aufbauende strategische Planung der Geschäftsfelder von morgen vorzunehmen. Es ist jedoch festzustellen, daß es vielen Unternehmen schwer fällt, ihre langfristig angelegten Planungen konsequent umzusetzen [WeA\_97]. Vielmehr dominiert kurzfristiges Kostendenken das tägliche Handeln, was zum Verlust von Zukunftsmärkten führt [SMA\_93]. Wenn die Entwicklungsgeschwindigkeit, mit der sich das Unternehmensumfeld verändert, größer ist als die Geschwindigkeit, mit der ein Unternehmen auf diese Veränderungen reagieren kann, reicht eine Fortschreibung erfolgreicher Entwicklungen der Vergangenheit nicht mehr aus [KLO\_98, HIN\_97].

Die strategische Planung umfaßt die Entwicklung von mittel- bis langfristig angelegten Maßnahmenplänen zur Erreichung der Unternehmensziele. Die Strategie stellt dar, wie ein Unternehmen seine aktuellen bzw. zukünftig potentiellen Stärken einsetzen will, um Entwicklungen des Unternehmensumfeldes zu begegnen [KRE\_87]. Ein Unternehmen muß daher zur Entwicklung einer Strategie die eigenen technischen und technologischen Fähigkeiten identifizieren, deren Entwicklungen prognostizieren und sie den Entwicklungen

des Unternehmensumfeldes gegenüberstellen. Ziel ist es, Produkt-Markt-Kombinationen zu bilden, die einen hohe Akzeptanz in attraktiven, zukunftssträchtigen Märkten erfahren.

Damit wird die Strategieentwicklung zu einer sehr komplexen und auch technisch sehr anspruchsvollen Aufgabenstellung, welche nicht mehr durch die Unternehmensführung allein, sondern nur in Kooperation mit allen Unternehmensbereichen bewältigt werden kann [FRA\_01]. Produktideen müssen auf dem aktuellen und zukünftigen technischen sowie technologischen Fähigkeiten des Unternehmens aufbauen und vor der Konkurrenz umgesetzt werden. Aufgrund begrenzter personeller und finanzieller Ressourcen ist es immer häufiger notwendig, hierzu Kooperationen mit anderen Unternehmen einzugehen und Entwicklungen gemeinsam voranzutreiben. Dieser Aspekt muß daher von vornherein als eine Option in strategische Überlegungen einbezogen werden.

Doch nicht das Vorhandensein einer Strategie allein sichert den angestrebten wirtschaftlichen Erfolg, sondern nur deren effiziente Umsetzung [GAI\_94]. Mit Blick auf marktfähige Entwicklungszeiten müssen demzufolge die Produkt- und Prozeßentwicklung auf Basis einer gemeinsamen Unternehmensstrategie synchronisiert und beschleunigt werden [TÖN\_00a]. Die Unternehmensstrategie darf daher nicht allein auf Marketing- und Vertriebsdaten aufgebaut werden. Es ist vielmehr notwendig, verstärkt diejenigen Bereiche eines Unternehmens in die Strategiefindung einzubeziehen, welche sowohl über das nötige technische Know-how verfügen als auch später maßgeblich für die operative Umsetzung der Strategie verantwortlich sind. Wie eingangs geschildert, betrifft dies in erster Linie die in das Produktengineering involvierten Unternehmensbereiche Produkt- und Prozeßentwicklung. Ein marktgerechtes Produktengineering muß demnach auch strategische Komponenten enthalten, die auf eine langfristige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit zielen.

### **2.3 KPE - Kooperatives Produktengineering**

Derzeit ist Simultaneous Engineering (SE) das in der betrieblichen Praxis anerkannteste Durchführungskonzept für den Produktentwicklungsprozeß. Durch Integration aller am Entwicklungsprozeß beteiligten Bereiche können Kosten- und Zeitvorteile sowie Verbesserungen der Produktqualität erreicht werden [EBL\_95]. SE fokussiert aber sehr stark auf die operative Durchführung des Entwicklungsprozesses, strategische Aspekte finden keine oder nur geringe Berücksichtigung. Die fehlende Vorausschau verhindert damit eine noch stärkere Integration der Produkt- und Prozeßentwicklung, wodurch vorhandene Zeiteinsparungspotentiale nicht erschlossen werden können.

Die fehlende Berücksichtigung unternehmensstrategischer Aspekte in SE haben Wissenschaftlergruppen der Universitäten Hannover, München und Paderborn veranlaßt, mit

Unterstützung des BMBF<sup>1</sup> ein neues Gestaltungskonzept für das Produktengineering zu entwickeln. Das daraus entstandene Konzept des „Kooperativen Produktengineering“ (KPE) basiert auf der Erkenntnis, daß das Defizit von SE nur durch eine noch stärkere Verankerung des Kooperationsgedankens im gesamten Engineeringprozeß zu beseitigen ist.

Kooperation bezieht sich dabei sowohl auf die unternehmensinterne als auch -übergreifende Zusammenarbeit der am Produktentstehungsprozeß beteiligten Bereiche. Sie dient der Aufnahme, Antizipation, Verarbeitung und Erzeugung von Informationen aus allen Handlungsbereichen und für alle Handlungsbereiche des Produktlebenszyklus [TÖN\_00b]. Ziel kooperativen Handelns ist eine gegenseitige Unterstützung aller Beteiligten durch intensiven Informationsaustausch, um durch Kombination und Anwendung individuellen Wissens Lösungen für komplexe Problemstellungen zu entwickeln. Das Potential, das durch Kooperation im Produktengineering erschlossen werden kann, wird durch die Ergebnisse einer Studie der Marktforschungsunternehmens *Forrester Research* [RAD\_00] quantifiziert (Bild 2-2). Den befragten 50 Großunternehmen zufolge können gerade durch Kooperation Verbesserungen in den dringendsten Problemfeldern Prozeßplanung, Zieldefinition sowie dem Informationsaustausch erreicht werden.

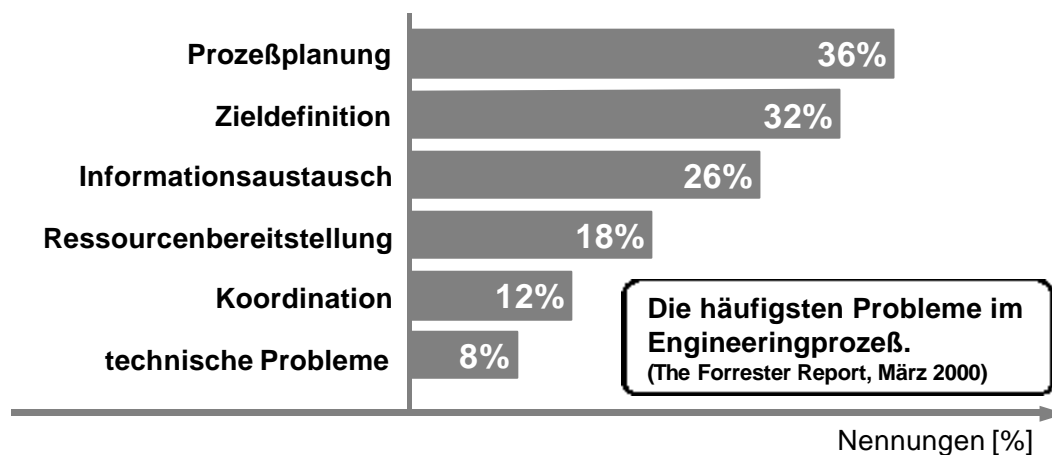


Bild 2-2: Kooperationspotentiale

Die gegenüber SE stärkere Betonung des Kooperationsgedankens setzt eine allen am Entwicklungsprozeß beteiligten Mitarbeitern gemeinsame Vorstellung über die Unternehmensziele und Vorgehensweise zu deren Erreichung voraus [KID\_97]. Die Durchführung aller Engineeringprozesse muß also auf eine gemeinsame, strategische Basis gestellt werden. Im Kooperativen Produktengineering wird dazu die Produkt- und Prozeßentwicklung um die Komponente der strategischen Geschäftsfeldplanung ergänzt (Bild 2-3).

<sup>1</sup> Förderkennzeichen: 02PA13016

*Kooperatives Produktengineering ist ein ganzheitlicher, bereichs- und unternehmensübergreifender Ansatz, durch eine methodisch fundierte und strategisch begründete Vorgehensweise zukünftig erfolgreiche Produkte zu identifizieren, zu entwickeln und umzusetzen.*

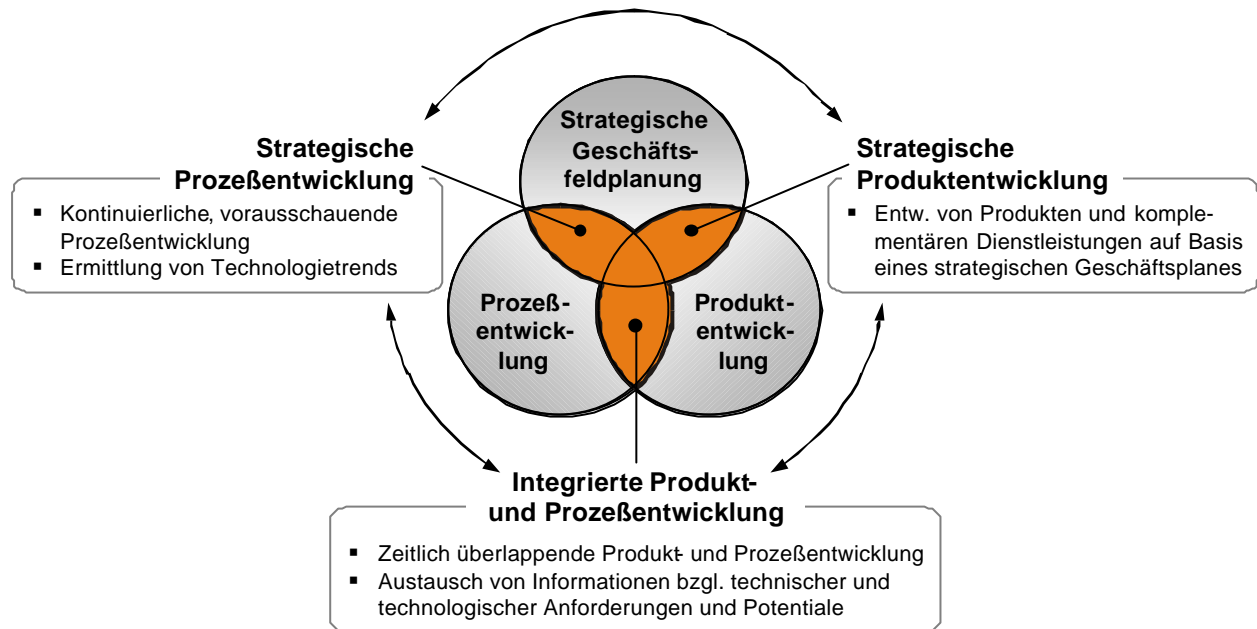


Bild 2-3: Handlungsfelder des Kooperativen Produktengineering

Die Schnittmengen der Bereiche repräsentieren die primären Handlungsfelder des Kooperativen Produktengineering:

- **Strategische Produktentwicklung**  
Gegenstand dieser Schnittmenge aus strategischer Geschäftsfeldplanung und Produktentwicklung ist die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen gemäß eines auf unternehmerischen Erfolgspotentialen basierenden Geschäftsplanes.
- **Strategische Prozeßentwicklung**  
Ziel der strategischen Prozeßentwicklung ist eine mittel- bis langfristige Herausbildung und Entwicklung produktionstechnischer Kompetenzen. Hierzu werden im Rahmen der strategischen Produktentwicklung Marktleistungsideen unter Antizipation zukünftig möglicher produktionstechnischer Fähigkeiten entwickelt. Die dadurch notwendig gewordenen Fähigkeiten können dann auf einer soliden Planungsgrundlage entwickelt werden.
- **Integrierte Produkt- und Prozeßentwicklung**  
Die integrierte Produkt- und Prozeßentwicklung zielt auf eine, auch vom SE her bekannte, aufbau- und ablauforganisatorisch eng verknüpfte operative Prozeßführung. KPE erlaubt aber einen gegenüber dem SE erheblich gesteigerten Integrationsgrad.



Grund ist ein vorausschauender Aufbau notwendiger produkt- und prozeßtechnischer Kompetenzen im Rahmen vorgelagerter bzw. kontinuierlich verlaufender strategischer Ausrichtungsprozesse.

KPE ist die konsequente Weiterentwicklung von SE zur vorausschauenden Anpassung des Unternehmens an sich dynamisch verändernde Wettbewerbsbedingungen. Dieser Schritt geht mit einer Veränderung der ablauforganisatorischen Basis im Produktengineering einher. Demnach werden neben der klassischen Aufgaben der Produkt- und Prozeßentwicklung auch Aufgaben der strategischen Geschäftsfeldplanung als Teil des Engineeringprozesses betrachtet. Wie in Bild 2-4 dargestellt, muß die Ablauforganisation aber in unmittelbarer Verbindung mit der Aufbauorganisation sowie informationstechnischen Aspekten gesehen werden.

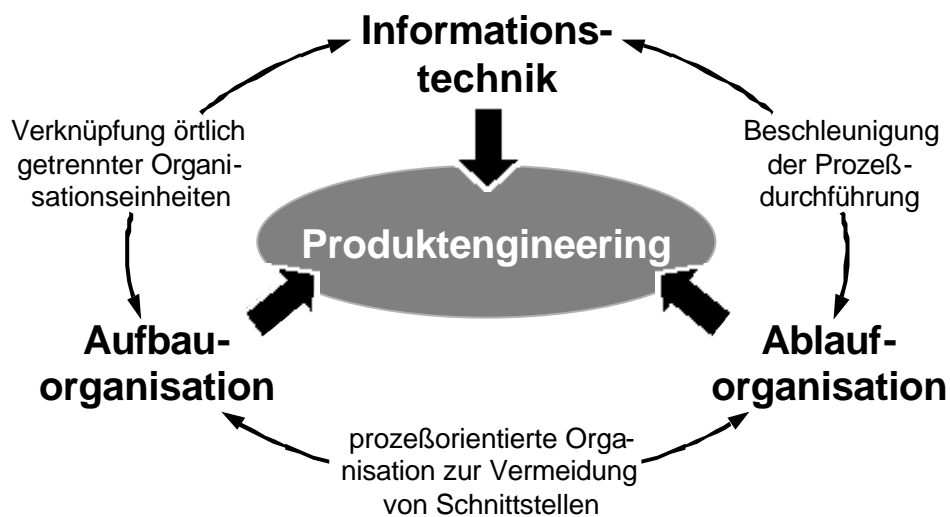


Bild 2-4: Gestaltungsaspekte im Produktengineering

Es stellt sich daher die Frage, inwieweit mit der Umsetzung des Kooperativen Produktengineering auch Änderungen in aufbauorganisatorischer und informationstechnischer Hinsicht erforderlich sind. Hierauf geben die bisherigen Untersuchungen zu KPE eindeutige Antworten. So wird nach wie vor die Bildung interdisziplinärer Projektteams, wie schon vom SE bekannt, als geeignete Organisationsform empfohlen. Erheblicher Handlungsbedarf wird dagegen bzgl. der Schaffung von Systemen zum durchgängigen Informationsaustausch über alle Phasen des Kooperativen Produktengineering gesehen [BMB\_00]. Daher soll die Ausgangssituation in bezug auf die informationstechnische Unterstützung im Produktengineering untersucht werden.

## 2.4 Informationssysteme im Produktengineering

Unter Informationssystemen werden Systeme zur Speicherung, Wiedergewinnung, Verknüpfung, Auswertung und Übertragung von Informationen verstanden [BRO\_91c].

Diese allgemein gehaltene Definition macht bereits deutlich, daß ein Informationssystem nicht zwangsläufig auch ein computergestütztes System sein muß. Die Anforderungen an ein modernes Informationsmanagement in Unternehmen sind heute aber kaum noch ohne Einsatz der Rechnertechnik zu bewältigen [FRE\_98]. Dies ist insbesondere auf die enorm gestiegenen Informations- und Datenmengen, welche in der täglichen betrieblichen Praxis anfallen und verarbeitet werden, zurückzuführen. Da in dieser Arbeit die Kooperation von Personen und Unternehmen im Fokus der Betrachtung steht, soll im folgenden ein Informationssystem als ein computergestütztes System zur Koordination und Unterstützung des Informationsaustauschs zwischen mehreren Personen aufgefaßt werden.

Die informationstechnische Unterstützung im Bereich des Produktengineering ist derzeit von einer kaum zu überblickenden Systemvielfalt geprägt. In einer Umfrage der Universität Kaiserslautern ist der Einsatz von I&K-Systemen in 220 Unternehmen des Anlagenbaus untersucht worden. Im Ergebnis konnten 20 unterschiedliche Systemklassen festgestellt werden, in denen wiederum eine Vielzahl an Systemen unterschiedlicher Hersteller zur Auswahl stehen [AuF\_96]. Bild 2-5 zeigt allerdings sehr deutlich, daß sich die vorhandene Systemunterstützung am klassischen Verständnis des Engineeringprozesses orientiert. Von der Büro-Software abgesehen, beginnt der Softwareeinsatz in der Produktentwicklung mit Beginn der konstruktiven Ausarbeitung. CAD-Systeme bilden damit den Anfang der Systemkette im Produktengineering. Daran schließen sich Systeme zur Durchführung von Simulationen und NC-Programmierung sowie zur Arbeitsplanung (CAPP) an. Mit dem Übergang zu CAM-Systemen wird bereits der Bereich des Produktengineering verlassen. CAM-Systeme dienen der computergestützten Steuerung und Überwachung der Fertigung und stehen damit in unmittelbarer Verbindung zu den logistisch orientierten Systemen der Produktionsplanung und -steuerung (PPS).

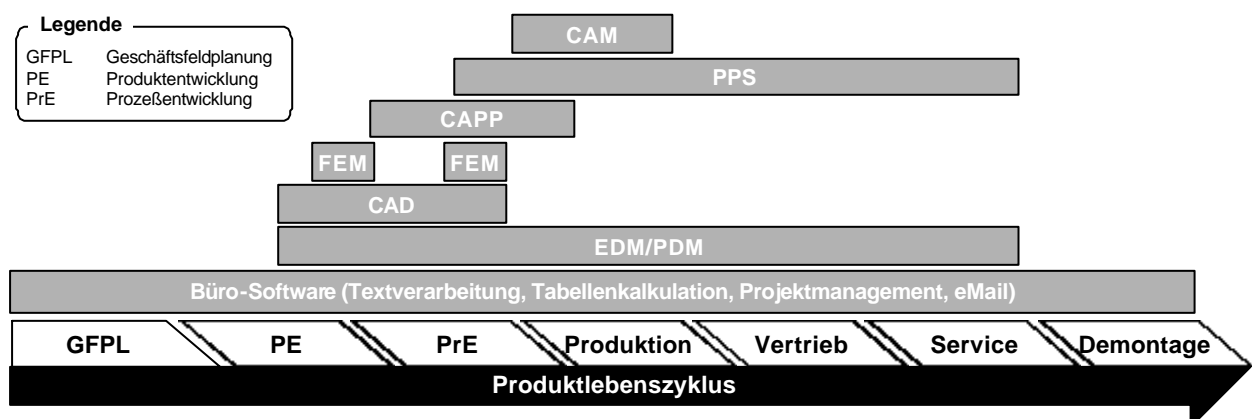


Bild 2-5: Einsatzgebiete für Informationssysteme im Produktengineering

Mit der Durchsetzung des Prozeßgedankens wurde auch die Bedeutung durchgängiger Daten- und Informationsflüsse für eine reibungs- und damit verlustarme Zusammenarbeit

im Entwicklungsprozeß deutlich. Seit Anfang der 80'er Jahre werden daher vermehrt Anstrengungen zur Verknüpfung vorhandener Rechnerwerkzeuge durch die Schaffung von Schnittstellen unternommen. STEP (Standard for Exchange of Product Model Data) kann in diesem Zusammenhang wohl als das umfangreichste Vorhaben zur Schaffung eines modellbasierten Schnittstellenstandards für den Produktdatenaustausch bezeichnet werden [POL\_96].

Der Einsatz standardisierter Schnittstellen ist jedoch keine umfassende Lösung für die Probleme bzgl. der Handhabung von CAx-Daten. Daher kommen vermehrt Produktdaten-Managementsysteme (PDMS) zum Einsatz. PDMS dienen der strukturierten Speicherung und Verwaltung von Produktinformationen in einer zentralen Datenbank. Grundlage eines PDMS ist ein übergreifendes Produkt- und/oder Prozeßmodell. Anhand eines solchen Modells werden die anfallenden Daten strukturiert und über systemeigene Funktionen manipuliert. Auf diese Weise soll ein umfassendes Datenmanagement in bezug auf Konsistenz und Austausch gewährleistet werden.

Zur Unterstützung des formellen, entlang der Wertschöpfungskette verlaufenden Informationsflusses werden zunehmend Workflow-Managementsysteme (WFMS) eingesetzt bzw. diese in PDMS integriert. Bisher ist der Einsatz dieser Systeme allerdings auf stark deterministische Prozesse beschränkt, da der Workflow weitgehend vordefiniert werden muß. Im Bereich des Produktengineering konnte sich diese Art Informationssystem bisher noch nicht durchsetzen.

Insgesamt ist jedoch festzustellen, daß die Mehrzahl der in großem Umfang eingesetzten Systeme stark auf die Bedürfnisse einzelner Funktionsbereiche im Engineeringprozess zugeschnitten ist [AuF\_96, KOR\_95, STE\_96]. Durch Schnittstellen und integrierte Datenmodelle wird ein bedingt funktionierender, vorwärtsgerichteter Datenfluß im Produktengineering erreicht. Damit wird jedoch lediglich ein formeller Austausch von Informationen unterstützt. Aufgrund vielfältiger Interdependenzen zwischen den Teilprozessen des Produktengineering besteht aber auch die Notwendigkeit zum intensiven informellen Austausch von Daten und Informationen [HEY\_99, LUL\_93].

Systeme zur informellen Information und Kommunikation zwischen den im Engineeringprozeß involvierten Mitarbeitern, wie z.B. Groupware-Lösungen, spielen jedoch zur Zeit noch eine untergeordnete Rolle. Während *Augustin* und *Förster* 1996 [AuF\_96] für diese Systemklasse einen Verbreitungsgrad von ca. 20% in den Unternehmen des deutschen Anlagenbaus feststellten, kommt die *Fraunhofer-Gesellschaft* [FRN\_98] zwei Jahre später in einer branchenunabhängigen Studie zu einem differenzierteren Ergebnis. Danach werden Groupware-Lösungen lediglich in ca. 10% aller befragten Unternehmen eingesetzt.

E-Mail kann dagegen mit einem Nutzungsgrad von über 80% als fest etabliert betrachtet werden.

Neben dem Nutzungsgrad verschiedener Systemklassen ist auch eine Einschätzung des Nutzenpotentials für die Organisation des Unternehmens ermittelt worden. Hierzu gaben ca. 90% aller befragten Unternehmen an, daß die Systeme zur informellen Information und Kommunikation in Zukunft eine wichtige bis sehr wichtige Bedeutung für die Verbesserung ihrer Organisation haben werden [AuF\_96]. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die Informationssysteme dem Grundsatz „Technology follows structure“ gerecht werden und sich mit ihren Funktionalitäten den organisatorischen Gegebenheiten anpassen bzw. diese unterstützen.

Diesem Grundsatz folgend sollen im nächsten Abschnitt die Konsequenzen, welche sich aus der Weiterentwicklung von SE in Richtung eines Kooperativen Produktengineering ergeben, analysiert werden. Hieraus leiten sich wiederum Anforderungen an ein Informationssystem, das Kooperatives Produktengineering in geeigneter Weise unterstützt, ab. Diese Anforderungen dienen anschließend als Maßstab zur Bewertung vorhandener Ansätze (vgl. Kap. 3) als auch des im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelten Informationssystems (vgl. Kap. 5 und 6).

## 2.5 Systemanforderungen

Studien von *Deloitte und Touche* [CAV\_95] und anderen [PFL\_91] zufolge werden im Engineeringprozess lediglich 50-60% der Zeit mit wertschöpfenden Tätigkeiten verbracht. Die übrige Zeit wird dazu benötigt, um Informationen zu suchen, weiterzuleiten, auszutauschen und Arbeitsergebnisse aufeinander abzustimmen. Eine eigene Untersuchung bestätigt die Ergebnisse von *Ehrlenspiel* [EHR\_93] und zeigt, daß Zeitmangel das gravierendste Problem im Produktengineering ist. Es liegt also der Schluß nahe, die Planung des Engineeringprozesses auf einen optimalen Informationsfluß auszurichten [GRÄ\_99]. Dabei ist zu beachten, daß im KPE der Engineeringprozeß um den Bereich der Strategischen Geschäftsfeldplanung erweitert wird. Dadurch entstehen neue informationelle Beziehungen und Abhängigkeiten im Engineeringprozeß, welche in dieser Form zuvor nicht existierten. Neue Interdependenzen zwischen Teilprozessen und Fachbereichen ziehen eine veränderte Organisation des Produktengineering in aufbau- und ablauforganisatorischer Hinsicht nach sich. Die daraus resultierenden Anforderungen an ein unterstützend wirkendes Informationssystem sind in Bild 2-6 zusammenfassend dargestellt und werden im folgenden näher erläutert.

Zur Koordination von Informationsflüssen muß das Informationssystem über Planungsfunktionen für den Engineeringprozeß verfügen. Diese müssen auf einem erweiterten Pla-

nungsansatz für die Aufbau- und Ablauforganisation, der die strategische Geschäftsfeldplanung als Teil des Produktengineering einschließt, aufbauen. Hinsichtlich des anzustrebenden Planungsergebnisses muß jedoch betont werden, daß dieses nur diejenigen Teilprozesse des Produktengineering in die Planungen einbezieht, welche zur Erzielung des angestrebten Ergebnisses unbedingt erforderlich sind. So ist z.B. nicht für jedes neue Produkt die Planung einer neuen Fertigungsstätte mit entsprechender Layoutgestaltung erforderlich. Derartige Gegebenheiten sind aus Effizienzgründen bereits bei der Planung zu berücksichtigen.

Ein Ziel von KPE ist es, eine stabile Kooperationsbasis für das Produktengineering zu schaffen. Dennoch ist es sehr wahrscheinlich, daß Randbedingungen, Zielstellungen und ursprünglich getroffene Annahmen sich über die Laufzeit eines Engineeringprozesses als nicht beständig erweisen. Daher muß es möglich sein, die geplanten Abläufe und Aufbaustrukturen, wie z.B. Teamzusammensetzung, an die veränderten Bedingungen flexibel anzupassen. Informationsflüsse gilt es also nicht nur auf Basis einer vor Prozeßstart festgelegten Struktur zu lenken, sondern diese in Abhängigkeit von den Erfordernissen der Anwender flexibel zu steuern.

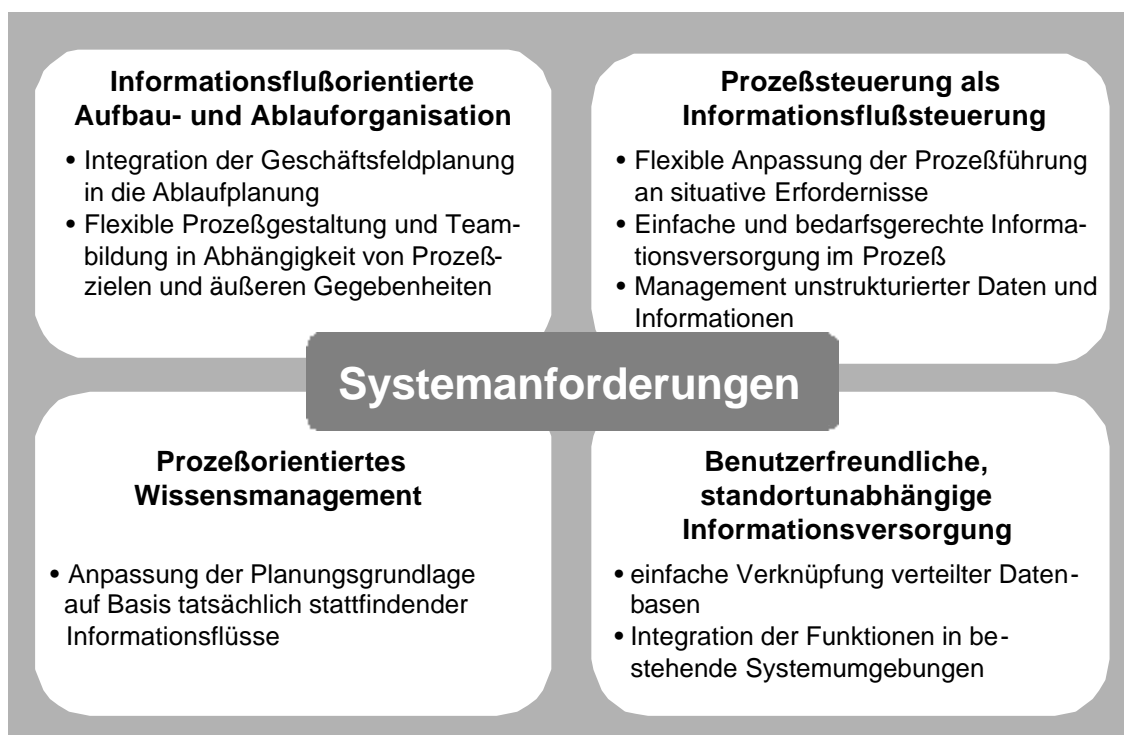


Bild 2-6: Anforderungen an eine geeignetes Informationssystem für das Kooperative Produktengineering

Planungen dienen der Organisation zukünftiger Tätigkeiten und basieren daher auf einer modellhaften Abbildung der Realität, wie z.B. einem Referenzprozeß für das Produktengineering. Aufgrund von Änderungen im Unternehmen selbst bzw. des Unternehmensumfeldes sind derartige Modelle nur von relativer Konstanz. Um eine stabile Kooperationsbasis

zu schaffen, sind realitätsgerechte Planungen eine notwendige Voraussetzung. Daher sind die den Planungen zugrunde liegenden Prozeßmodelle kontinuierlich an Veränderungen in der tatsächlichen Prozeßführung anzupassen. Das Informationssystem muß somit über Funktionalitäten verfügen, die eine Analyse der tatsächlich stattfindenden Informationsflüsse ermöglichen. Dadurch sollen ggf. neu entstandene bzw. nicht mehr vorhandene informationelle Beziehungen festgestellt und im Sinne eines geschlossenen Regelkreises in die Planungsgrundlage eingepflegt werden.

Mit der Integration der Strategischen Geschäftsfeldplanung in den Engineeringprozeß nimmt nicht nur die Quantität der zu verarbeitenden Daten und Informationen zu. Darüber hinaus steigt auch der Anteil an Daten und Informationen, die sich einer Strukturierung anhand von Produkt und/oder Herstellungsprozeß entziehen, stark an. Ein geeignetes Informationssystem muß daher sowohl im Rahmen der Steuerung als auch der Analyse unstrukturierte Daten und Informationen handhaben können. Das heißt, dem Anwender müssen aus der zur Verfügung stehenden Informationsbasis diejenigen Daten und Informationen bereitgestellt werden, welche er zur Durchführung seiner Aufgaben tatsächlich benötigt.

Kooperatives Produktengineering ist ein nicht auf ein einzelnes Unternehmen bzw. einzelnen Unternehmensbereich beschränkter Ansatz. Entwicklungsaufgaben sind heute so komplex, daß sie nicht mehr sinnvoll durch eine einzelne Person, Abteilung und auch häufig nicht mehr durch ein einzelnes Unternehmen allein bewältigt werden können. Über mehrere Standorte verteilt durchgeführte Entwicklungsprozesse sind demzufolge als üblich zu betrachten. Ein entsprechend gestaltetes Informationssystem muß daher die Distribution von Daten und Informationen über mehrere Standorte hinweg und in heterogenen Systemumgebungen ermöglichen.

### 3 Stand des Wissens

Die in Abs. 2.5 formulierten Systemanforderungen bilden den Ausgangspunkt für die nachfolgende Aufbereitung des Wissenstandes. Daher wird in Abs. 3.1 zunächst der Stand des Wissens bzgl. der Gestaltung von Engineeringprozessen dargestellt. Im Rahmen der Prozeßdurchführung werden Informationen verarbeitet und Wissen erzeugt. Die Bereitstellung der benötigten Informationen und die gezielte Verbreitung des Wissens im Unternehmen ist Ziel des in dieser Arbeit entwickelten Informationssystems. Die Grundlage für den Einsatz eines solchen Systems ist der koordinierte Umgang mit der Ressource Wissen. Deshalb werden in Abs. 3.2 die Grundlagen und Ansätze zum Wissensmanagement erläutert. Darauf aufbauend werden die Grundkonzepte für Informationssysteme sowie relevante Umsetzungen dieser Konzepte in eigenständigen Methoden vorgestellt (Abs. 3.3 und 3.4).

#### 3.1 Gestaltung von Engineeringprozessen

Um eine Definition für den „Engineeringprozeß“ zu geben, ist zunächst eine Klärung des Begriffs „Prozeß“ erforderlich.

*Harrington* [HAR\_91] zufolge sind Prozesse einzelne oder mehrere zusammengehörige Aktivitäten, welche eine Eingangsgröße aufnehmen, diese mit dem Ziel einer Wertsteigerung verarbeiten und das resultierende Ergebnis als Ausgangsgröße weitergeben. *Hammer* und *Champy* [HaC\_94] präzisieren diese Definition für Unternehmensprozesse. Diese sind demnach ein Bündel von Aktivitäten, für die ein oder mehrere Impulse benötigt werden und die für den Kunden ein Ergebnis von Wert erzeugen.

Das Wort „Engineering“ stammt aus dem englischen und bedeutet wörtlich übersetzt „Ingenieurwesen“. Diese doch sehr umfassende Bedeutung läßt sich durch eine Übersetzung des englischen Verbs „to engineer“ mit „planen, konstruieren“ eingrenzen [PON\_96]. Folglich können unter „Engineering“ alle planerischen und konstruktiven Tätigkeiten verstanden werden.

Unter Einbeziehung der zuvor gegebenen Prozeßdefinitionen sowie der Definitionen von *Rodenacker* [ROD\_76] und der *DIN EN ISO 8402* [DIN\_95], ist ein „Engineeringprozeß“ demnach ein Verlauf bzw. ein Vorgang von in Wechselbeziehung zueinander stehenden Tätigkeiten, die Eingaben in Ergebnisse umgestalten und auf die Planung und Konstruktion von Produkten abzielen. Im Sinne der vorliegenden Arbeit werden alle Tätigkeiten, die im Rahmen der Strategischen Geschäftfeldplanung sowie der Produkt- und Prozeßentwicklung durchzuführen sind, dem Engineeringprozeß zugeordnet. Der Engineeringprozeß entspricht einem Geschäftsprozeß und unterscheidet sich daher klar von einem Ferti-

gungsprozeß. Letzterer ist eine nach technischen Gesichtspunkten gebildete Abfolge von Fertigungsschritten zur Herstellung eines gegenständlichen Produktes. Fertigungsprozesse werden in der vorliegenden Arbeit nicht betrachtet.

Die Gestaltung von Engineeringprozessen umfaßt die Aspekte Planung und Steuerung von Aufbau- und Ablauforganisation unter Einbeziehung der Gestaltungsansätze des Kooperativen Produktengineering (Bild 3-1).

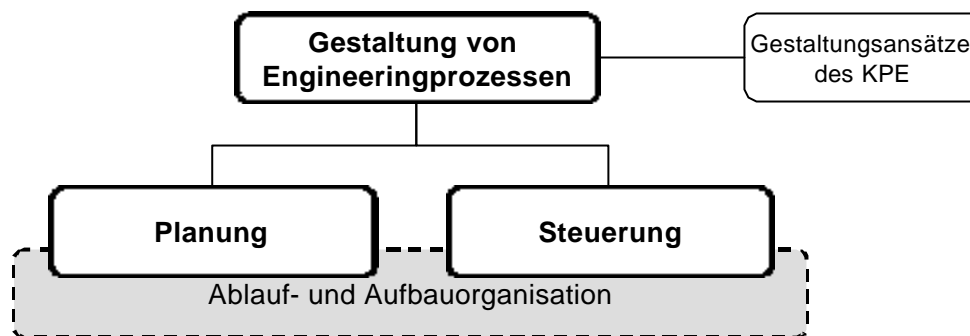


Bild 3-1: Aspekte der Prozeßgestaltung

Umfangreiche und hochgradig vernetzte Prozesse, wie sie im Produktengineering vorzufinden sind, erfordern zu ihrer Gestaltung einen konzeptionellen Rahmen. Dieser Rahmen bestimmt wie, also mit welchen Zielen und unter Nutzung welcher Mittel, die Prozeßgestaltung in ablauf- und aufbauorganisatorischer Hinsicht erfolgen soll. Daher werden im folgenden die Lösungsansätze des Kooperativen Produktengineering zur Prozeßgestaltung, welche sich im wesentlichen aus Simultaneous Engineering ableiten, erläutert. Auf die Vorgehensweisen zur eigentlichen Prozeßgestaltung, also der Bestimmung, was in welcher Reihenfolge im vorgegebenen Rahmen durchgeführt werden soll, wird anschließend eingegangen.

### 3.1.1 Gestaltungsansätze

Nach *Eversheim et al.* [ELB\_95] zielt Simultaneous Engineering auf die Verkürzung von Entwicklungszeiten bei gleichzeitiger Steigerung der Produktqualität durch eine verbesserte Abstimmung zwischen den am Entwicklungsprozeß beteiligten Bereichen ab. Die wesentlichsten Merkmale eines im Sinne von SE organisierten Entwicklungsprozesses sind die Parallelisierung der Teilprozeßbearbeitung und regelmäßige interdisziplinäre Abstimmungsvorgänge. Darüber hinaus fordert er den Aufbau von Projektteams sowie den Einsatz von EDV-Techniken. Zur Unterstützung der eigentlichen Prozeßgestaltung wird die Verwendung von produktneutralen Ablaufplänen vorgeschlagen.

*Bullinger et al.* [BUL\_95] ergänzen hierzu die Notwendigkeit genauer Schnittstellendefinitionen auf Basis eines durchgängigen Projektplanes und eines Pflichtenheftes. Des



weiteren wird festgestellt, daß aus der frühzeitigen Einbeziehung aller relevanten Fachbereiche in den Entwicklungsprozeß komplexe Schnittstellen resultieren, welche am besten durch ein aktives Projektmanagement (siehe auch Abs. 3.1.3) beherrscht werden können. Als unerläßliche Basis für die Parallelisierung und Integration der Aufgaben wird die Standardisierung von Teilprozessen mit einem ausreichenden Wiederholungsgrad betrachtet, um prozeßbezogenes Erfahrungswissen abzubilden und damit unabhängig von Personen verfügbar zu machen [BuW\_95].

*Ehrlenspiel* [EHR\_95] hebt in seiner dem SE vergleichbaren Methode der Integrierten Produktentwicklung besonders auf eine methodische Unterstützung der Problemlösung ab. Zur Strukturierung und Lösung von Teilproblemen greift *Ehrlenspiel* auf den aus der Systemtechnik [HAB\_99] stammenden Vorgehenszyklus zurück. Damit gibt er bereits einen konkreten Anhaltspunkt für die eigentliche Prozeßgestaltung, welche im Sinne von Regelkreisen erfolgen sollte. Weiterhin wird die Notwendigkeit zur persönlichen, informationellen und organisatorischen Integration herausgestellt, um den Gesamtprozeß in seiner vernetzten Struktur zu optimieren.

*Milberg* [MIL\_92] und *Krause* [KrO\_91] konkretisieren den Aspekt der informationellen Integration, indem sie diese durch den Einsatz technischer Hilfsmittel zur Informationsbereitstellung und -verarbeitung sowie die Sicherstellung der Datenkonsistenz durch bidirektionale Datenflüsse anstreben.

In früheren Veröffentlichungen [KRT\_95, EHR\_94, KaB\_92] zum Thema Simultaneous Engineering wird dieses Konzept allein auf die Produktentwicklung angewandt und dementsprechend die Produktidee bzw. das Lastenheft als Startpunkt für den Entwicklungsprozeß betrachtet. Nachfolgende Veröffentlichungen gehen bereits darauf ein, daß die Produktidee in eine übergeordnete Produktstrategie eingebettet sein muß [LIN\_95]. Daß diese Strategie wiederum auf den aktuellen und zukünftig angestrebten Potentialen des Unternehmens aufgebaut sein muß und daher unter Einbeziehung gerade der Fachbereiche, welche in die Produktentwicklung involviert sind, entwickelt werden muß, wird nicht erkannt. Damit kann das Potential einer vorausschauenden strategischen Ausrichtung der Fachbereichsaktivitäten unter unmittelbarer Berücksichtigung der Wechselwirkungen nicht erschlossen werden. An dieser Stelle setzt KPE an und entwickelt das Konzept von SE weiter.

In Ergänzung zu den Ausführungen in Kap. 2 sollen die zwei Perspektiven, unter denen die Verknüpfung der klassischen Produktentwicklung mit der strategischen Geschäftsfeldplanung zu betrachten sind, erläutert werden. *Wiendahl* [WiK\_00] führt bzgl. der Ziele dieser Verknüpfungen folgendes aus:

1. Die Involvierung der Fachbereiche in die Strategieentwicklung ermöglicht die Erschließung deren Wissens bzgl. der aktuell vorhandenen und zukünftig anzustrebenden produkt- und prozeßtechnischen Fähigkeiten des Unternehmens. Dies führt zu einer besser abgesicherten strategischen Positionierung des Unternehmens und dient damit der frühzeitigen Vermeidung von Fehlentwicklungen und -investitionen.
2. Die Geschäftsfeldplanung ist als Bestandteil des Engineeringprozesses zu betrachten, wodurch von vornherein eine strategische Ausrichtung aller Aktivitäten im Produktengineering vorgenommen wird. Da sowohl die Produkt- als auch die Prozeßentwicklung von einer gemeinsamen Unternehmensstrategie ausgehen, können somit Entwicklungsprozesse stärker parallelisiert werden, so daß mit Abschluß der konstruktiven Ausarbeitung auch bereits die notwendigen prozeßtechnischen Fähigkeiten vorliegen.

Durch die Verknüpfung wird den tatsächlichen Gegebenheiten im Unternehmen, die durch starke Wechselwirkungen zwischen Unternehmensplanung und Produkt- sowie Prozeßentwicklung gekennzeichnet sind, Rechnung getragen. Hierzu werden die Gestaltungsansätze auf die Schnittmengen „Strategische Prozeßentwicklung“ und „Strategische Produktentwicklung“ (vgl. Bild 2-3) übertragen und eine entsprechende Prozeßgestaltung vorgenommen.

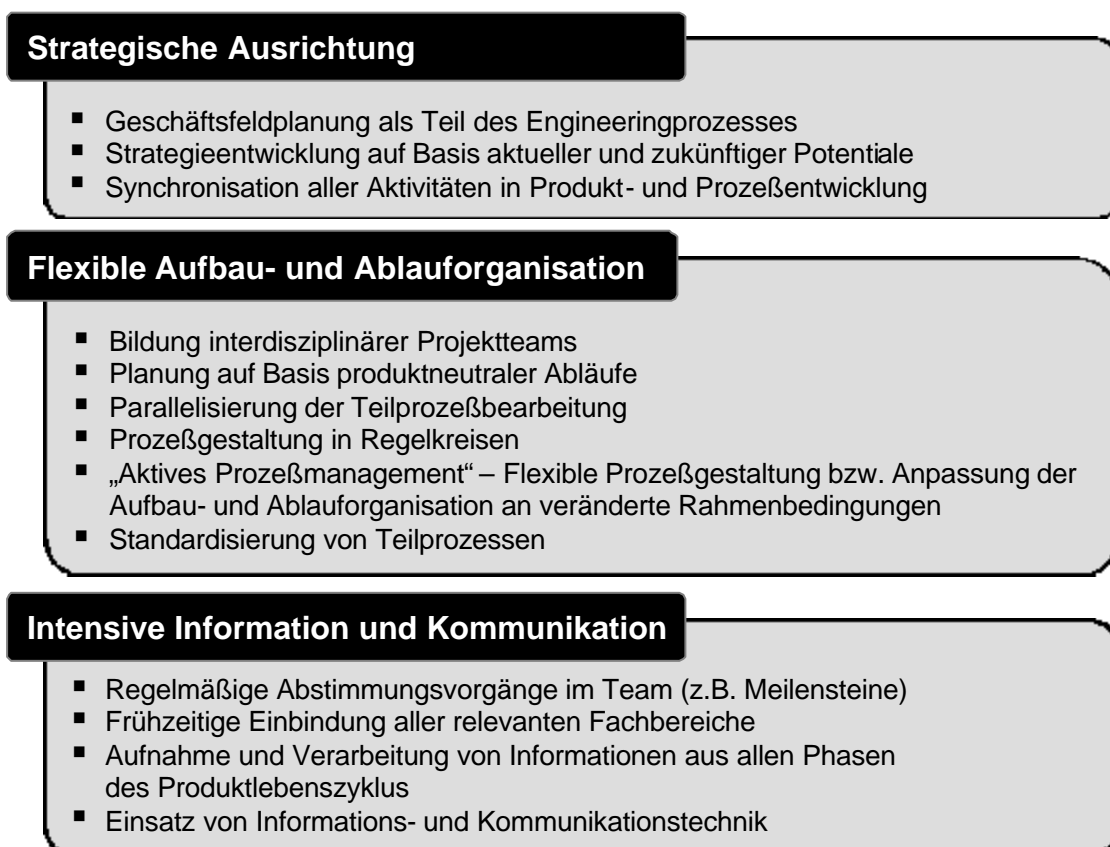


Bild 3-2: Gestaltungsansätze des Kooperativen Produktengineering

### 3.1.2 Planung von Engineeringprozessen

Engineeringprozesse werden zumeist im Rahmen von Projekten durchgeführt, da sich die Projektorganisation besonders für Vorhaben eignet, die neuartig, komplex und zeitlich begrenzt sind sowie unter Einbindung mehrerer Organisationseinheiten durchgeführt werden.

Planung ist die gedankliche Vorwegnahme der Mittel und Schritte sowie deren Abfolge, die zur effektiven Erreichung eines Zieles erforderlich sind [BRO\_91a]. Demzufolge ist zur Planung von Engineeringprozessen nach der Bestimmung des Prozeßzieles zunächst eine darauf aufbauende Identifizierung der notwendigen Teilprozesse erforderlich. Sind alle Teilprozesse ermittelt, müssen sie unter Berücksichtigung ggf. bestehender Abhängigkeiten in eine sachlogische Folge gebracht werden. Den Abschluß der Planung von Engineeringprozessen markiert die Zuordnung von ausführenden Stellen bzw. übergeordneten Organisationseinheiten zu Teilprozessen.

#### 3.1.2.1 Prozeß- und Produktmodelle als Grundlage für die Ablaufplanung

Nur bei kleinen, übersichtlichen Problemstellungen ist eine Prozeßplanung allein auf Basis von Erfahrungswissen sinnvoll. Bei dem in der betrieblichen Praxis üblichen Komplexitätsgrad der Aufgabenstellungen werden dagegen Prozeßmodelle als Planungsgrundlage herangezogen. Dabei wird implizit auf den von *Gaitanides* [GAI\_94] in seinem Konzept zum Prozeßmanagement aufgegriffenen Ansatz - Unternehmensprozesse sind idealtypisch - abgestellt. Demnach ist es möglich, Prozesse als „Rahmenprozesse“ zu betrachten, die situativ an bestimmte Branchen- und Unternehmensbedingungen anzupassen bzw. inhaltlich zu konkretisieren sind.

Modelle sind Abstraktionen und Vereinfachungen der Realität [HAB\_99] und grundsätzlich nicht endgültig, sie müssen immer wieder an die in der Realität gemachten Erfahrungen angepaßt werden [BRO\_91b]. Prozeßmodelle dienen dazu, die Komplexität der Realität in eine einfache, verständliche Sprache umzuwandeln [TÖN\_91] und letztlich die Planung, Durchführung und Dokumentation von Prozeßabläufen zu unterstützen [BIC\_00]. Als Beispiel für ein Prozeßmodell, welches zunehmend an Bedeutung gewinnt, kann das SCOR-Modell angeführt werden. Es dient der Abbildung von integrierten Supply-Chains, also Zulieferketten, welche die gesamte Wertschöpfungskette vom Rohmateriallieferanten bis hin zum Endkunden umfassen. Durch Überlagerung von Wertschöpfungsketten können mit diesem Modell auch sehr komplexe Netzwerkstrukturen, die aus einer Vielzahl miteinander in Beziehung stehender Unternehmen bestehen, abgebildet werden [SCO\_01].

Zur Abbildung von Prozessen in Modellen existieren eine Reihe von Modellierungssprachen. Umfangreiche Übersichten und detaillierte Beschreibungen der zur Prozeßmodellierung geeigneten Methoden finden sich bei *Goebel* [GOE\_96] und *Mertins* [MER\_93].

Gemäß der zuvor gegebenen Definition für Engineeringprozesse umfassen diese die Bereiche Strategische Geschäftsfeldplanung sowie Produkt- und Prozeßentwicklung. Es ist aus der Literatur kein Modell bekannt, das diese drei Bereiche in einem gemeinsamen Ablaufmodell darstellt. Lediglich das Referenzmodell des Kooperativen Produktengineering (Bild 3-3) vereint diese Bereiche auf abstrakter Ebene.

Eine Detaillierung des Referenzmodells findet sich in *Gausemeier et al.* [GLR\_00]. Jedoch sind darin keine Vernetzungen der Teilprozesse dargestellt, weshalb es nicht als Planungsgrundlage dienen kann. Daher werden nachfolgend drei bereichsbezogenen Ablaufmodelle, welche als Beispiel für die große Anzahl vergleichbarer Modelle herangezogen werden können, vorgestellt.

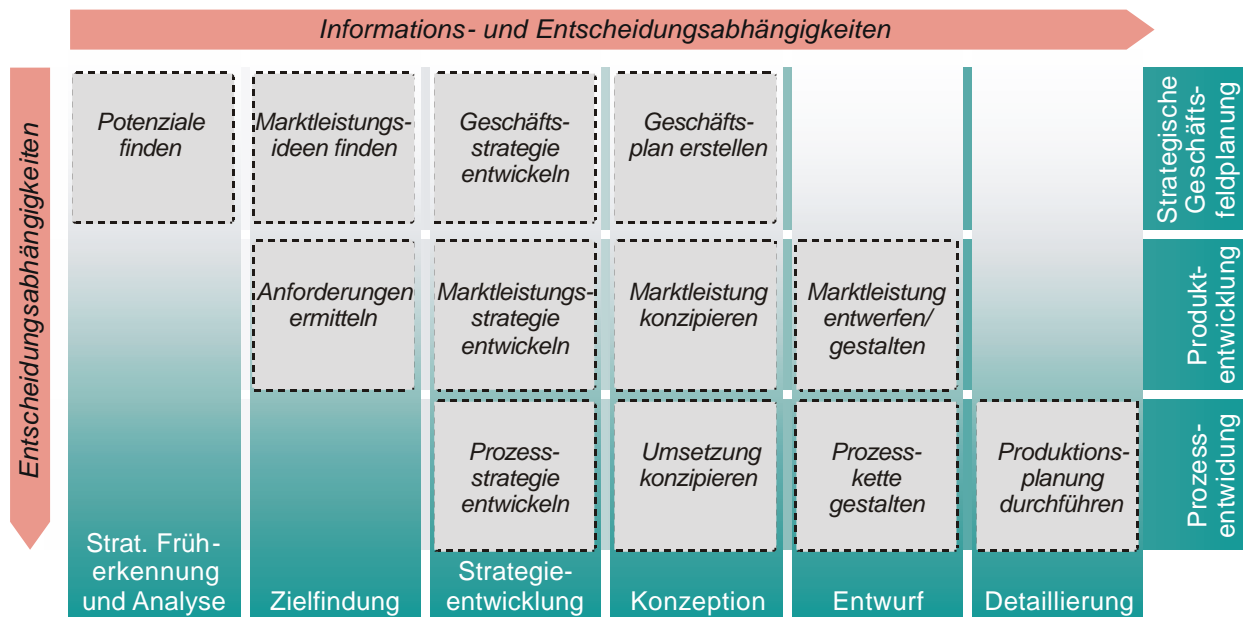


Bild 3-3: Referenzmodell des Kooperativen Produktengineering [GSK\_00]

### Strategische Geschäftsfeldplanung

*Hinterhuber* [HIN\_96] beschreibt einen Ablauf, welcher 3 Phasen umfaßt und mit der Analyse der strategischen Ausgangsposition beginnt. Die aus Branchenanalysen und Marktsegmentierung gewonnenen Informationen werden mit der unternehmensspezifischen Situation in Beziehung gesetzt und daraus die strategischen Zielpositionen bestimmt. Mit der Zuordnung von Ressourcen und Festlegung konkreter Umsetzungsschritte erfolgt anschließend die Bestimmung der Mittel und Wege zur Zielerreichung. Detaillierte

Beschreibungen der Durchführung der einzelnen Phasen können [GaF\_99, KRE\_87] entnommen werden.

### Produktentwicklung

Ein die Bereiche Entwicklung und Konstruktion umfassendes Ablaufmodell enthalten die *VDI-Richtlinien 2221/2222* [VDI\_82], welche im wesentlichen auf die Arbeiten zum Methodischen Konstruieren von *Pahl* und *Beitz* [PaB\_93, PaB\_76] zurückzuführen sind. Die VDI-Richtlinien schlagen eine generelle Vorgehensweise zum Entwickeln und Konstruieren technischer Produkte vor und gliedern den Prozeß in 7 Hauptschritte, welche weiter detailliert werden.

### Prozeßentwicklung bzw. Arbeits- und Produktionsplanung

Eine mit den VDI-Richtlinien für die Konstruktion vergleichbare umfassende, systematische Grundlage existiert für den Bereich der Prozeßentwicklung nicht. Vielmehr wurden Ablaufmodelle zur Erreichung von Teilzielen, wie z.B. der Produktionsplanung oder spezieller der Fabrikgestaltung, entwickelt. Entsprechende Darstellungen finden sich in [SPU\_94, WIE\_97, LuE\_98].

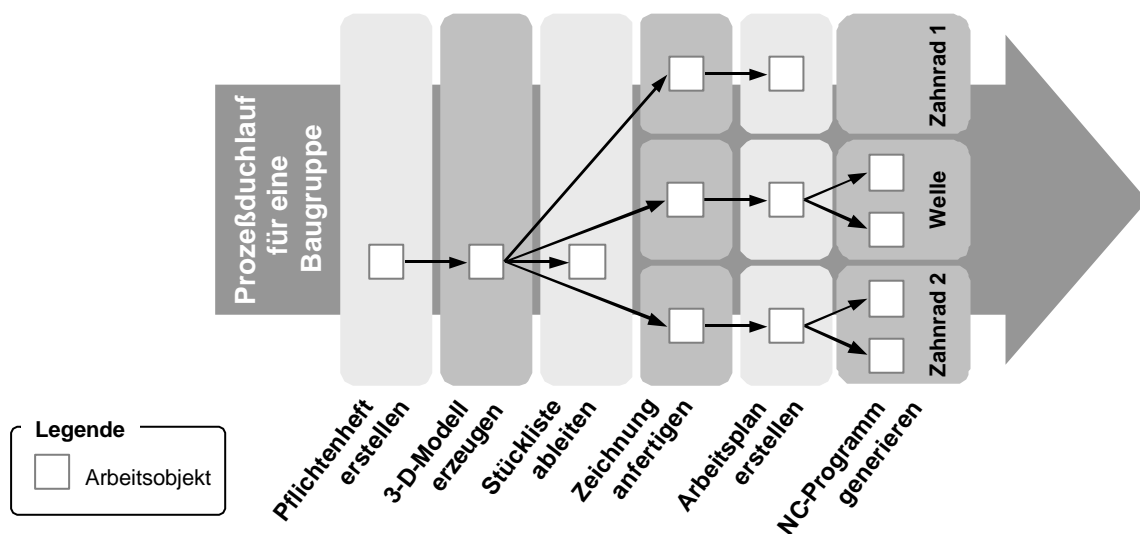


Bild 3-4: Zusammenhang zwischen Produkt- und Prozeßstruktur (in Anlehnung an [HER\_99])

Die Gestaltung von Engineeringprozessen kann jedoch nicht losgelöst vom Entwicklungsobjekt, dem angestrebten Produkt, erfolgen. Dieses besteht zumeist aus vielen Einzelteilen, die entweder vorhanden sind oder angepaßt bzw. neu entwickelt werden müssen. Die Einzelteile stehen in geometrischen und funktionalen Beziehungen zueinander, welche wiederum Einfluß auf die Reihenfolge der Entwicklungsschritte haben können. Diese Beziehungen sind Gegenstand eines Produktmodells, welches sich allerdings erst sukzessive mit Fortschreiten der Entwicklung aufbaut. Es ist daher zu beachten, daß in der Planung eines Engineeringprozesses die Produktstruktur nicht von vornherein vollständig berücksichtigt werden kann [OTT\_97].

Wie *Bild 3-4* verdeutlicht, ist dies zunächst auch nicht erforderlich, da die Produktstruktur weniger die grundsätzlich durchzuführenden Prozeßschritte, als vielmehr die Häufigkeit von deren Durchführung für die Einzelteile bestimmt (vgl. auch [HeW\_99]). Informationelle Abhängigkeiten der Teilprozesse haben damit einen größeren Einfluß auf die inhaltliche Ablaufplanung als die Produktstruktur. Daß dieser Ansatz tragfähig ist, zeigen die nachfolgend beschriebenen Methoden zur Ablaufplanung.

### 3.1.2.2 Methoden zur Ablaufplanung

Da Engineeringprozesse zumeist in Form von Projekten abgewickelt werden, erfolgt deren Planung unter Nutzung der Methoden und Techniken des Projektmanagements. Für komplexe Planungsaufgaben hat sich die Netzplantechnik als geeignet erwiesen. Die auf der Graphentheorie basierende Netzplantechnik stellt alle zu planenden Aktivitäten in Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen dar, woraus sich letztlich die Bearbeitungsreihenfolge ergibt. Unterschieden werden die Arten Critical Path Method (CPM), Program Evaluation and Review Technique (PERT) und Metra Potential Method (MPM) [WGW\_67]. Eine weitere übersichtliche Darstellungsform für die Aktivitäten in einem Projekt ist das Balkendiagramm (auch Gantt-Chart genannt).

Unter Anwendung und Erweiterung der Netzplantechnik entwickelt *Saretz* [SAR\_93] eine Methode zur Parallelisierung von Planungsabläufen. Er zielt damit auf eine Verkürzung der Entwicklungszeit durch Anwendung der Gestaltungsansätze des Simultaneous Engineerings ab. Der dazu entwickelte produktneutrale Entwicklungsplan bildet die Basis für eine gleichzeitige Ablauf- und Informationsflußmodellierung unter Abbildung von Iterationsschleifen.

Die Flexibilität der Planung stellt *Schumann* [SUM\_94] in den Mittelpunkt seiner Methode und hebt die Trennung zwischen der Prozeßplanung und -durchführung auf. Ausgehend von einem abstrakten Prozeßmodell erfolgt eine schrittweise Verfeinerung des Detaillierungsniveaus durch informationelle Rückkoppelungsprozesse und adaptive Planungsschritte.

Mit einem vergleichbaren Ziel wie Schumann greift *Laufenberg* [LAU\_96] den produktneutralen Entwicklungsplan von *Saretz* auf und erweitert diesen um einen Ansatz zur situationsgebundenen Konkretisierung. Damit erfolgt die Planung nicht abschließend vor Projektbeginn, sondern sukzessive, mit zunehmenden Detaillierungsgrad in der Prozeßdurchführung.

*Bochtler* [BOC\_96] schlägt eine rollierende Ablaufplanung auf Basis eines Referenzmodells, welches sich aus Partialmodellen zusammensetzt, vor. Diese Partialmodelle repräsentieren in Matrizen die ablaufbestimmenden Relationen der Systemelemente. Unter

Nutzung von mathematischen Algorithmen zur Matrizenpartitionierung erfolgt eine rechnergestützte Reihenfolgebildung.

Das von *Bochtler* verwendete Partitionierungsverfahren ist auf *Kron* [KRO\_63] zurückzuführen und wurde von *Steward* [STE\_65] sowie später von *Gebala* und *Eppinger* [GeE\_91, EPP\_91] im Rahmen der Entwicklungsarbeiten zur Design-Structure-Matrix (DSM) weiterentwickelt. Die DSM ermöglicht es, komplexe Abhängigkeiten auf einfache Art in einer Matrix abzubilden und mit mathematischen Verfahren hochgradig vernetzte Strukturen zu analysieren. Das von *Steward* erstmals zur Ablaufbildung für Engineeringprozesse verwendete Verfahren fand noch im Rahmen weiterer Arbeiten Verwendung. So auch in dem von *Weber* [WEB\_98] entwickelten Verfahren zu einer responsiven Ablaufplanung und in *Heyn's* [HEY\_99] Methode zur schnittstellenorientierten Gestaltung von Entwicklungskoperationen.

*Franken* [FRN\_98] überträgt zur Analyse von Konstruktionsabläufen das aus der Logistik bekannte Trichtermodell [NyW\_99] auf den Bereich der Produktentwicklung. Dadurch werden die Konstruktionsabläufe durch logistische Wirkzusammenhänge beschrieben. Mit Blick auf die logistischen Zielgrößen Bestand, Durchlaufzeit, Auslastung und Termintreue werden Verfahrensbausteine zur Planung und Steuerung der Konstruktion entwickelt.

*Goldstein* [GOL\_99] nutzt Erkenntnisse der Systemtechnik und integriert diese in sein Vorgehensmodell zur Prozeßgestaltung für die Produktentwicklung. Bzgl. der Modellerstellung, also der Vernetzung der Einzelaktivitäten zu Teil- und Gesamtprozessen, weist er darauf hin, daß eine Modellierung auf abstrakter Ebene für die praktische Anwendung ausreicht. Eine detailliertere Modellierung würde den Aufwand stark erhöhen und die nötige Flexibilität einschränken. Dies ist auf die zunehmende Bedeutung der informellen Organisation und Kommunikation auf unteren Prozeßebenen zurückzuführen (siehe auch Abs. 3.1.2.3).

*Brüning* [BRÜ\_99] greift zur Gestaltung von Produktenstehungsprozessen auf vordefinierte Teilprozeßmodule zurück. Die Verknüpfung der Module erfolgt anhand von Start- und Endereignissen der Module. Ausgehend vom angestrebten Endergebnis erfolgt die Ablaufplanung rückwärts durch Verbindung der durch die Start- und Endereignisse repräsentierten Zwischenergebnisse.

*Bichlmaier* [BIC\_00] reduziert ebenso wie *Brüning* die Komplexität des Entwicklungsprozesses, indem er diesen in Entwicklungsprozeßbausteine zerlegt. Diese Bausteine enthalten Tätigkeiten, welche sich auf stark vernetzte Objektbereiche von Produkt oder Prozeß beziehen und durch Eingangs- und Ausgangsinformationen determiniert sind. Die Vernetzung der Bausteine zu einem Prozeßablauf erfolgt durch einen Abgleich der

erforderlichen Eingangsinformationen mit den verfügbaren Ausgangsinformationen im Zuge der Prozeßdurchführung.

### 3.1.2.3 Planung der Aufbauorganisation

Die Aufbauorganisation eines Unternehmens repräsentiert die hierarchische Gliederung in Organisationseinheiten, wie z.B. Werk, Bereich, Abteilung, Gruppe, und bestimmt die Koordination zwischen den einzelnen Einheiten [WIE\_97]. Den Gestaltungsansätzen zum SE bzw. KPE kann als zentrale Forderung die Bildung von interdisziplinären Teams entnommen werden. Ein Team setzt sich zumeist aus einer kleinen Anzahl von Personen zusammen, wobei klassische Formen der Über- und Unterordnung weitgehend aufgehoben sind. Anstelle der hierarchischen Kommunikation steht der direkte, kooperative Informationsaustausch im Vordergrund.

Das Team bildet die aufbauorganisatorische Basis für das Projektmanagement. Die Art des Projektmanagements wird dabei nach dem Grad der Einbindung des Projektteams in die übergeordnete Primärorganisation des Unternehmens differenziert. Übliche Formen sind das Einfluß- und das Matrixprojektmanagement. Die größte organisatorische Freiheit besteht bei einem reinen Projektmanagement, bei dem die Teammitglieder vollständig aus der Unternehmenshierarchie herausgelöst werden.

*Kusiak* [KUS\_95] weist darauf hin, daß in der Literatur kaum Vorgehensweisen zur Bildung von interdisziplinären Teams beschrieben werden. Zumeist wird davon ausgegangen, daß sich die Teamzusammensetzung durch die Zuordnung der Aufgaben zu Stellen ergibt. *Kusiak stellt* dieser heuristischen Vorgehensweise einen analytischen Ansatz, mit dessen Hilfe die Teambesetzung aus den Produkthanforderungen und der Produktstruktur abgeleitet werden, gegenüber. Als Voraussetzung für die Anwendung des Ansatzes müssen also die Produkthanforderungen und Produktstruktur bekannt sein, was gerade zu Beginn des Engineeringprozesses nicht gegeben ist.

Zunehmend kritisch bewertet wird die Tatsache, daß in vielen Unternehmen Simultaneous Engineering-Teams als starre Einheiten mit festen Besetzungen bestehen [BRÜ\_99]. Dies widerspricht grundsätzlich dem Charakter eines Projektteams als zeitlich begrenzte Organisationseinheit und schränkt die Flexibilität der Unternehmensorganisation sowie die Leistungsfähigkeit des Projektteams [BEC\_96] ein. Darüber hinaus bindet ein solches Team unnötig personelle Kapazitäten. Daher muß die Teambesetzung als flexible Größe betrachtet werden, welche sich in Abhängigkeit von Aufgabe und Bearbeitungsfortschritt fortwährend verändert [EBL\_95, STU\_93]. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß flexible Planungsmittel zur Verfügung stehen und die informationelle Anbindung des Projektteams an die übrigen Organisationseinheiten sichergestellt ist.



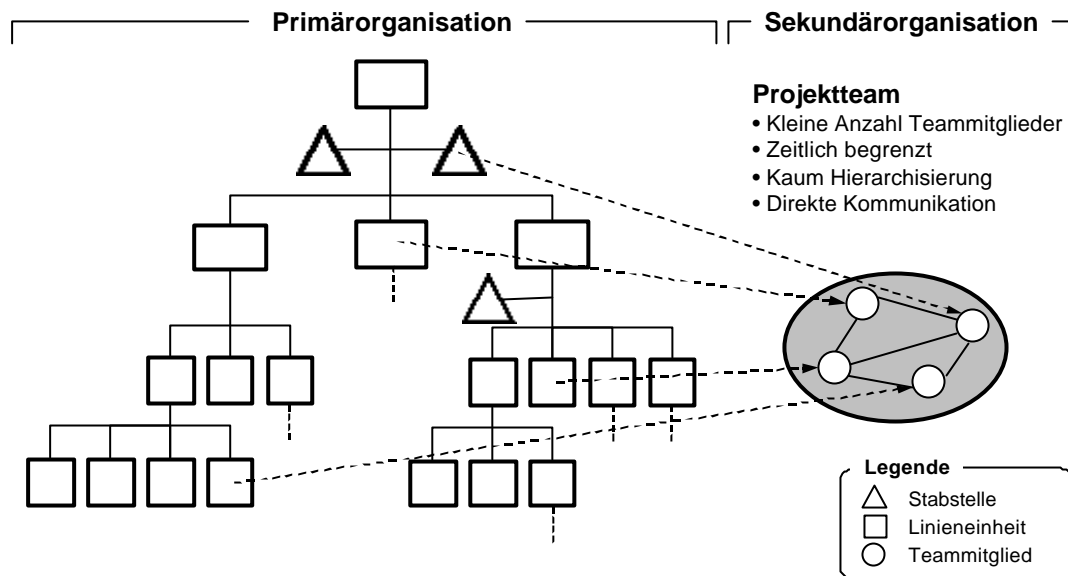


Bild 3-5: Hierarchieübergreifende Teambildung (in Anlehnung an [MÜL\_99])

Aufgrund des sehr hohen Vernetzungsgrades der Teilprozesse nimmt die Bedeutung der sogenannten „informellen“ Organisation stark zu [WIE\_97]. Die informelle Organisation drückt sich in Beziehungsnetzen aus, die Mitarbeiter über die Grenzen von Abteilungen und sogar Unternehmen aufbauen, um Aufgaben besser und schneller zu erledigen. Sie dient der flexiblen Bewältigung von situativ auftretenden Problemen, welche bei der Gestaltung der formellen Organisation nicht berücksichtigt wurden [KrH\_94]. Da durch Umfeldveränderungen sowie die Aktivitäten im Prozeßablauf selbst permanent neues Wissen generiert wird, das Auswirkungen auf andere im Projekt beteiligte haben kann, muß dieses Wissen den betreffenden Personen verfügbar gemacht werden. Es muß ein Wechsel- und Rückbezug zwischen den Wissensträgern möglich sein. Nur so kann eine durch Synchronisation der Einzelaktivitäten angestrebte Beschleunigung des Engineeringprozesses erreicht werden [LUL\_93].

### 3.1.3 Steuerung von Engineeringprozessen

Die Projektsteuerung dient der Umsetzung, Detaillierung und Anpassung der Planungen zur Zielerreichung. Der Begriff „Steuerung“ steht dabei im Widerspruch zur tatsächlichen Durchführung, welche durch die Regelungstätigkeit des Menschen gekennzeichnet ist. Dieser vergleicht den aktuellen Stand im Projekt mit den ursprünglichen Planungen und veranlaßt, soweit notwendig, Veränderungen, welche der effizienten Zielerreichung dienen sollen. *Ehrlenspiel* [EHR\_95] modelliert unter Anlehnung an *Saynisch* [SAY\_84] diese Tätigkeit als Regelkreis (Bild 3-6).

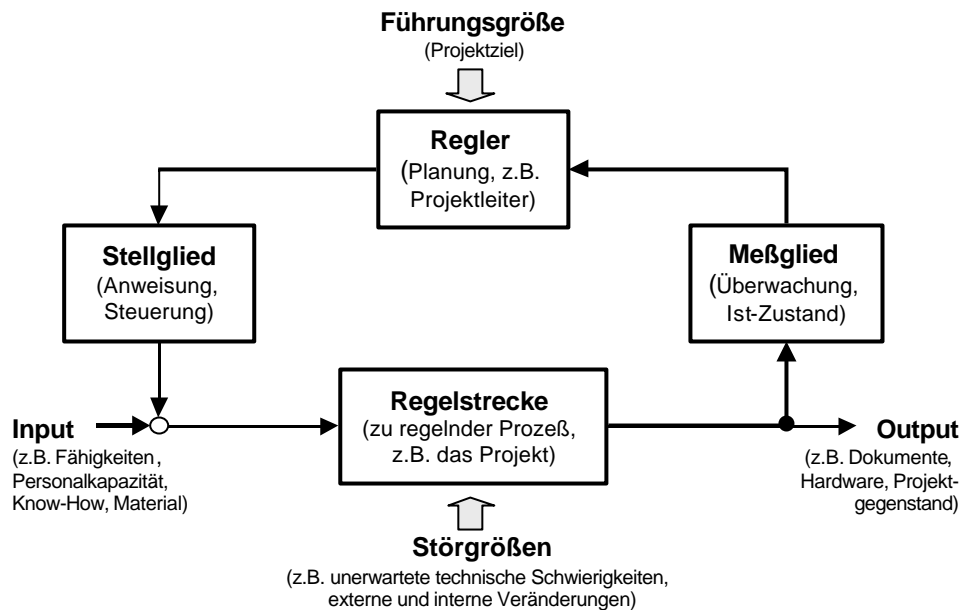


Bild 3-6: Allgemeiner Management-Regelkreis

Die Steuerung von Entwicklungsprojekten mit dem Ziel einer kooperativen Lösung der Aufgabenstellung stützt sich im wesentlichen auf Integrationsmaßnahmen, welche sich in den verschiedenen Gestaltungsansätzen (siehe Abs. 3.1.1) gleichermaßen wiederfinden. Hervorzuheben ist hierbei besonders die informationelle Integration, welche zum einen durch organisatorische Maßnahmen, wie z.B. Teamsitzungen sowie Meilensteinbesprechungen, und zum anderen durch den Einsatz von Informationssystemen angestrebt wird. Da letzterer Aspekt Fokus dieser Arbeit ist, wird der diesbezügliche Stand des Wissens gesondert aufgearbeitet (siehe Abs. 3.3 und 3.4).

*Bullinger* und *Warschat* [BuW\_97] weisen in ihren Ausführungen zum Projektmanagement auf die Notwendigkeit der Automatisierung des Informationsflusses hin. Dabei sehen sie eine Bring-Schuld für wichtige Informationen. Was wichtige Informationen sind und auf welche Weise der Mitarbeiter als Informationsquelle bestimmen soll, für wen eine Information wichtig und interessant ist, lassen sie offen. Des weiteren folgern sie, daß Linien- und Projektmitarbeiter informationstechnisch miteinander verbunden werden müssen. Als Begründung führen *Bullinger und Warschat* an, daß nicht alle Informationen im Projekt erarbeitet werden, sondern teilweise auch aus der „Linie“ zu beschaffen sind. Dies ist auf die unterschiedlichen Lebenszyklen von Produkten, Herstellprozessen und Fabrikanlagen zurückzuführen (Bild 3-7). Nicht mit jeder Produktentwicklung werden auch alle Herstellprozesse bzw. Fabrikanlagen umgestellt, vielmehr muß auf Bestehendem aufgebaut werden.

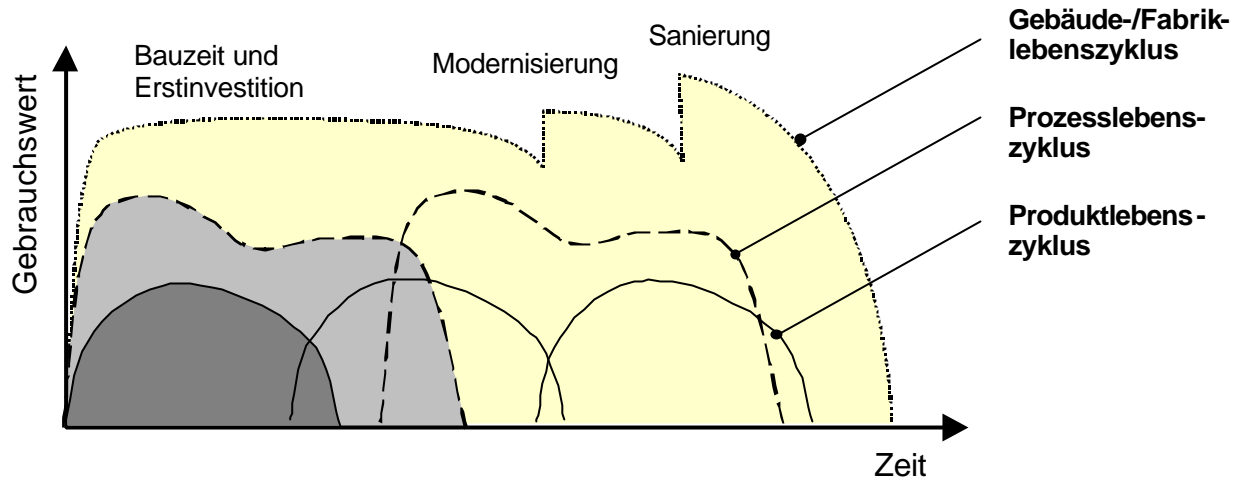


Bild 3-7: Unterschiede in den Lebenszyklen von Produkt, Herstellprozess und Fabrik [WiK\_00]

In neueren Arbeiten wird die Notwendigkeit zur frühzeitigen Auswertung und Weitergabe von Teilinformationen als wichtiger Aspekt der Steuerung herausgestellt. Murr [MUR\_99] beschreibt in seiner Arbeit dynamische Reifegradindikatoren für produkt- und prozeßbezogene Informationen. Die Indikatoren sollen den Informationszuwachs im Entwicklungsprozeß widerspiegeln, so daß ein Soll-Ist-Vergleich anhand von Zwischenergebnissen ermöglicht wird. Grässler [GRÄ\_99] definiert feingranulare Informationseinheiten, deren Stati durch ein Workflow-System (siehe Abs. 3.3.1.2) überwacht werden. Bei Änderungen der Informationseinheiten werden in Abhängigkeit von zuvor definierten Regeln Vorgangsteuerungsprozesse zur Informationsübertragung im Workflow-System angestoßen.

### 3.1.4 Schlußfolgerungen für die Arbeit

Die Planung eines Engineeringprozesses gemäß KPE muß sowohl in ablauf- als auch aufbauorganisatorischer Hinsicht auf einen intensiven bereichsübergreifenden Informationsaustausch ausgerichtet sein. Insbesondere zur Realisierung einer strategischen Produkt- und Prozeßentwicklung muß der Bereich der Geschäftsfeldplanung mit in den Engineeringprozeß und damit in den Informationsfluß einbezogen werden. Das hierfür erforderliche Referenzmodell steht derzeit aber nur ansatzweise zur Verfügung.

Der hohe Vernetzungsgrad der Teilprozesse macht eine systemtechnische Unterstützung zur Ablaufplanung erforderlich. Ein geeigneter Ansatz ist mit dem Partitionierungsalgorithmus von Eppinger gegeben. Allerdings ist keiner der Ansätze, welche auf diesem Algorithmus aufbauen, flexibel genug, um die jeweiligen Prozeßziele und Gegebenheiten bereits bei der Initialplanung zu berücksichtigen. Eine Fokussierung des Engineeringprozesses auf die tatsächlichen Gestaltungsfreiräume von Beginn an kommt daher nicht zustande bzw. wird erst im Verlauf der Prozeßdurchführung erreicht.

Der Zusammensetzung von Projektteams wird in den untersuchten Methoden nur geringe bzw. gar keine Aufmerksamkeit geschenkt. Übereinstimmend wird in der Literatur die Projektorganisation als geeignete aufbauorganisatorische Form hervorgehoben. Eine entsprechend mit der Ablauforganisation integrierte Betrachtung oder Systemunterstützung ist aber nicht vorhanden.

Die von *Awiszius* [AWI\_99] als vorteilhaft betrachtete Verwendung eines integrierten Produkt- und Prozeßmodells als Planungsgrundlage gewinnt erst mit zunehmendem Prozeßfortschritt an Bedeutung. Grund sind insbesondere die der Produkt- und Prozeßentwicklung vorangestellten, inhaltlich übergeordneten Aktivitäten der Geschäftsfeldplanung. In diesem Bereich ist eine an der Produktstruktur orientierte Ablaufplanung nicht sinnvoll.

## **3.2 Wissensmanagement im Produktengineering**

### **3.2.1 Grundlegende Begriffe und Definition**

Um eine Definition für Wissensmanagement geben zu können, ist es zunächst erforderlich, die dafür notwendigen Grundbegriffe Zeichen, Daten, Informationen und Wissen zu definieren und gegeneinander abzugrenzen.

#### *Zeichen und Daten*

Im Sinne der Datenverarbeitung handelt es sich bei Zeichen um die kleinsten zugreifbaren Elemente. Als die bekanntesten Beispiele für Zeichen sind Ziffern und Buchstaben zu nennen. Stehen Zeichen in einer bestimmten Regeln folgenden Beziehung zueinander, handelt es sich um Daten. Beispielweise ergibt sich so aus den Zeichen „1“, „0“ und „0“ die Zahl 100. Zeichen und Daten sind nicht immer einfach zu differenzieren, da eine einzelne Zahl sowohl als Zeichen als auch als Dateneinheit gewertet werden kann.

#### *Informationen*

Die Abgrenzungsproblematik setzt sich in bezug auf Informationen fort. Häufig werden Daten mit Informationen gleichgesetzt [BRO\_91c]. Daten enthalten aber erst dann eine Information, wenn sie einen Verwendungshinweis enthalten. D.h., die Zahl 100 enthält erst eine Information, wenn sie z.B. mit dem Wort „Grad“ kombiniert wird. Damit ergibt sich für den Leser eine Temperatur- oder Winkelangabe. An den beiden Interpretationsmöglichkeiten zeigt sich bereits, daß Informationen nicht eindeutig sind, sondern im Kontext betrachtet werden müssen [PIC\_88].

#### *Wissen*

Einen Kontextbezug besitzt auch Wissen als die den Informationen übergeordnete Stufe.

Wissen resultiert aus der Vernetzung von Informationen durch den Menschen. Wissen ist demnach kontextbezogen, subjektiv und damit personengebunden [NoT\_97].

In der Literatur wird insbesondere anhand der Kodifizierbarkeit zwischen dem impliziten und expliziten Wissen unterschieden. Implizites Wissen ist die Summe der Erfahrungen und Schlußfolgerungen eines Menschen, welches lediglich in seinem Gehirn vorhanden ist. Explizites Wissen ist dagegen bereits dokumentiertes Wissen [NoT\_97]. Neben dieser Einteilung wird des weiteren zwischen dem objekt- und prozeßorientierten (prozeduralen) Wissen differenziert. Objektorientiertes Wissen bezieht sich auf die Eigenschaften eines Objektes, wie z.B. ein Produkt oder Herstellungsprozeß. Dagegen sind Informationen über die Planung und Steuerung von Prozessen, also Vorgehensweisen zur Zielerreichung, Inhalt des prozeßorientierten Wissens [WAR\_97].

### *Wissensmanagement*

*Laut von Krogh und Venzin [KrV\_95]* sind die Erfassung, Strukturierung und Verteilung des Wissens zur zielorientierten Nutzung von Informationen Aufgaben des Wissensmanagements. Das Informationsmanagement ist als Teilgebiet des Wissensmanagements zu betrachten und dient der effizienten Versorgung sämtlicher Organisationseinheiten eines Unternehmens mit den jeweils notwendigen Informationen [PIC\_01].

Im folgenden werden die Aufgabenfelder des Wissensmanagements sowie anschließend die derzeit dafür zur Verfügung stehende systemtechnische Unterstützung erläutert.

## **3.2.2 Aufgabenfelder des Wissensmanagements**

### 3.2.2.1 Erfassung und Strukturierung von Wissen

Elementare Voraussetzung für Wissensmanagement ist die Kenntnis über das im Unternehmen vorhandene Wissen. Die hierzu notwendige Erfassung des Wissens kann dabei auf zwei Wegen erfolgen. Der erste Weg sieht die Erstellung von Wissensverzeichnissen, wie z.B. Wissenskarten oder Wissenstopographien, vor. In diesen personen- oder problembezogen strukturierten Aufstellungen wird nicht das Wissen selbst dokumentiert, sondern lediglich der Wissensträger identifiziert und bekannt gemacht [PRO\_99]. Im Bedarfsfall kann dann der Wissensträger in die Lösung eines Problems einbezogen werden. Die Verfügbarkeit des Wissens ist allerdings unmittelbar an die Person gebunden, womit sich ein Unternehmen in große Abhängigkeit von den eigenen Wissensträgern begibt. Verläßt solch ein Mitarbeiter das Unternehmen, nimmt er sein Wissen mit und es ist für das Unternehmen verloren.

Der zweite Weg zur Erfassung beinhaltet die Umwandlung impliziten Wissens in explizites Wissen bzw. Informationen durch Dokumentation, wodurch dieses gleichzeitig personenu-

nabhängig wird. Beispielsweise sind Gestaltungsrichtlinien zur montagegerechten Konstruktion derart dokumentiertes Erfahrungswissen. Die Dokumentation selbst kann unter Einsatz unterschiedlicher Informationstypen, wie z.B. Text, Tabellen, Zeichnungen, Grafiken, Präsentationen oder Sprachaufzeichnungen, erfolgen und ist keineswegs an Papier gebunden. Einer Delphi-Studie zufolge werden über 80% der Informationen eines Unternehmens computerunterstützt erfaßt (in [KOU\_95]).

Soweit diese Dokumente im Rahmen der klassischen Produkt- und Prozeßentwicklung erstellt werden, beziehen sie sich zumeist auf das Produkt selbst oder die zur Herstellung erforderlichen Fertigungsketten. Damit handelt es sich überwiegend um objektorientiertes Wissen, dessen Fokussierungsgrad mit dem Entwicklungsfortschritt zunimmt. Der Fokussierungsgrad gibt dabei an, in welchem Maß sich ein Dokument auf ein bestimmtes Objekt, z.B. Bauteil, Produkt oder Fertigungsverfahren, bezieht. Dokumente, welche im Rahmen der strategischen Geschäftfeldplanung erstellt bzw. genutzt werden, weisen jedoch einen deutlich geringeren Objektbezug und Fokussierungsgrad auf. Umweltszenarien oder Potentialanalysen können hierfür als Beispiele angeführt werden.

Neben dem objektbezogenen Wissen wird in der Durchführung von Entwicklungsprojekten sehr viel prozeßbezogenes Wissen gesammelt. Hierzu zählen z.B. Erfahrungen bzgl. erfolgreicher Vorgehensweisen, zu beachtender informationeller Abhängigkeiten von Teilprozessen oder auch notwendige Bearbeitungszeiten.

Die Bedeutung des prozeßorientierten Wissensmanagements begründet *Davenport* [DAV\_97], einer der bekanntesten Vordenker des Business Process Reengineering, folgendermaßen:

*“If you have good process data, you know how your processes - both small and big - are performing. If you have got good process knowledge, you can generate ideas about how to make process better, ...”*

Auf die Durchführung eines Engineeringprozesses übertragen bedeutet diese Aussage folgendes: Konventionelle Prozeßüberwachung im Zuge des Projektmanagements dient lediglich dazu, den aktuellen Status eines Prozesses bzw. Projektes zu ermitteln. Dies dient der unmittelbaren Anpassung der Vorgehensweise zur Zielerreichung. Ein langfristiger, projektübergreifender Nutzen ergibt sich aber erst, wenn Informationen bzgl. Prozeßabläufen gesammelt und allgemeine Trends extrahiert werden. Wichtige Informationsquellen hierfür sind Projektpläne und -statusberichte sowie Schriftverkehr. *Probst* [PRO\_99] unterstreicht die Notwendigkeit eines prozeßorientierten Wissensmanagements, da die für den Unternehmenserfolg bedeutenden Fragestellungen zumeist durch temporäre Projektteams bearbeitet werden. Ohne Wissensmanagement, z.B. in Form von Erfahrungsberich-

ten oder sogenannten „Lessons learned“-Dokumenten, gehen mit dem Zerfall des Projektteams auch die im Projekt gemachten Erfahrungen für das Unternehmen verloren.

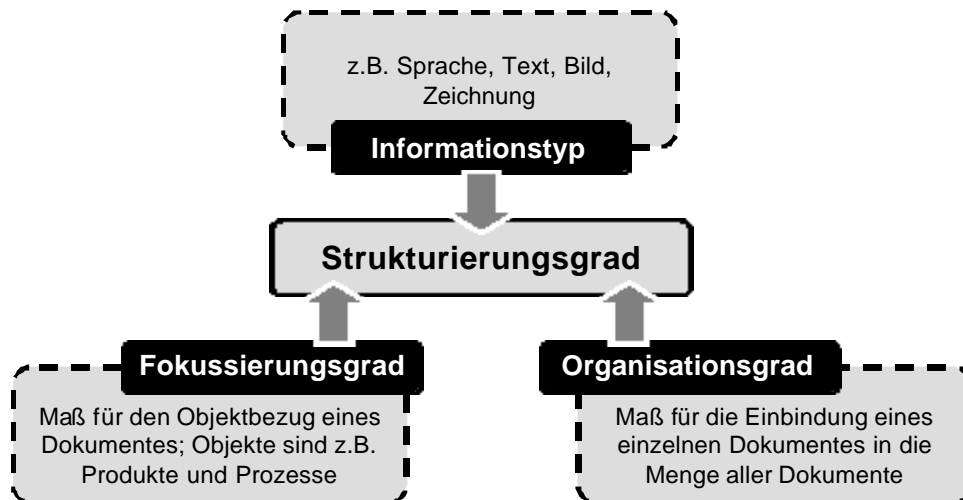


Bild 3-8: Einflussgrößen des Strukturierungsgrades

Damit in Dokumenten enthaltene Informationen nutzbringend für ein Unternehmen eingesetzt werden können, muß im Bedarfsfall ein einfacher Zugriff gewährleistet sein. Hierzu ist eine Strukturierung der zur Verfügung stehenden Informationsmenge erforderlich. Wie in Bild 3-8 dargestellt, ist der dabei zu erzielende Strukturierungsgrad allerdings vom Fokussierungs- und Organisationsgrad der Dokumente sowie vom Typ der darin enthaltenen Informationen abhängig. Während der Fokussierungsgrad den Objektbezug eines Dokumentes charakterisiert, ist der Organisationsgrad ein Maß für die Einbindung eines Dokumentes in die Menge aller verfügbaren Dokumente und deren Verknüpfung untereinander [KOU\_95]. Der Strukturierungsgrad ist dann ein Maß für die Detaillierungsebene, auf der gezielt auf ein Dokument bzw. eine Information zugegriffen werden kann.

Praktisch sämtliche Arbeitsschritte im Produktengineering werden mit Computerunterstützung durchgeführt [SÖT\_99]. Dies hat dazu geführt, daß nicht nur das endgültige Arbeitsergebnis, sondern auch alle Zwischenergebnisse in Form von elektronischen Dokumenten und Daten vorliegen. Hinzu kommen noch der obligatorische Schriftverkehr sowie die aus dem Internet zusammengetragenen Informationen. Der überwiegende Teil dieser Informationen liegt in semi- bzw. unstrukturierter Form vor. Textdateien, Tabellen und Präsentationen, aber auch Software-Code, zählen zu dieser Kategorie. CAD-Zeichnungen und Simulationsmodelle oder direkt in einem PPS-System gehaltene Material- und Maschinendaten sind dagegen strukturiert vorliegende Informationen.

Zur strukturierten Verwaltung dieser sehr umfangreichen Informationsbestände werden überwiegend Datenbanksysteme, wie z.B. EDM-/PDM-Systeme oder auch reine Doku-

mentenmanagement-Systeme, eingesetzt. Die Grundlagen und Anwendungsfelder dieser Systeme werden im Abs. 3.2.3 erläutert.

### 3.2.2.2 Verteilung von Wissen

Die Verteilung von Wissen ist eine notwendige Voraussetzung, um lokal vorhandenes Wissen für das gesamte Unternehmen nutzbar zu machen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Wissen personengebunden und demzufolge nicht direkt von einer Person zu einer anderen weitergeben werden kann. Aufgrund des subjektiven Charakters von Wissen, muß dieses zum Austausch zunächst unter Verwendung von Schrift, Sprache oder Bildern/Zeichnungen abstrahiert und in explizite Informationen überführt werden. In dieser Form dokumentiertes „Wissen“ kann weitergereicht bzw. kommuniziert werden. Im Zuge der Informationsaufnahme durch den Empfänger werden die Informationen interpretiert, d.h. in das Kontextwissen des Empfängers eingeordnet. Da das Kontextwissen des Empfängers von dem des Senders verschieden ist, unterscheidet sich auch das aus den aufgenommenen Informationen resultierende Wissen (Bild 3-9).

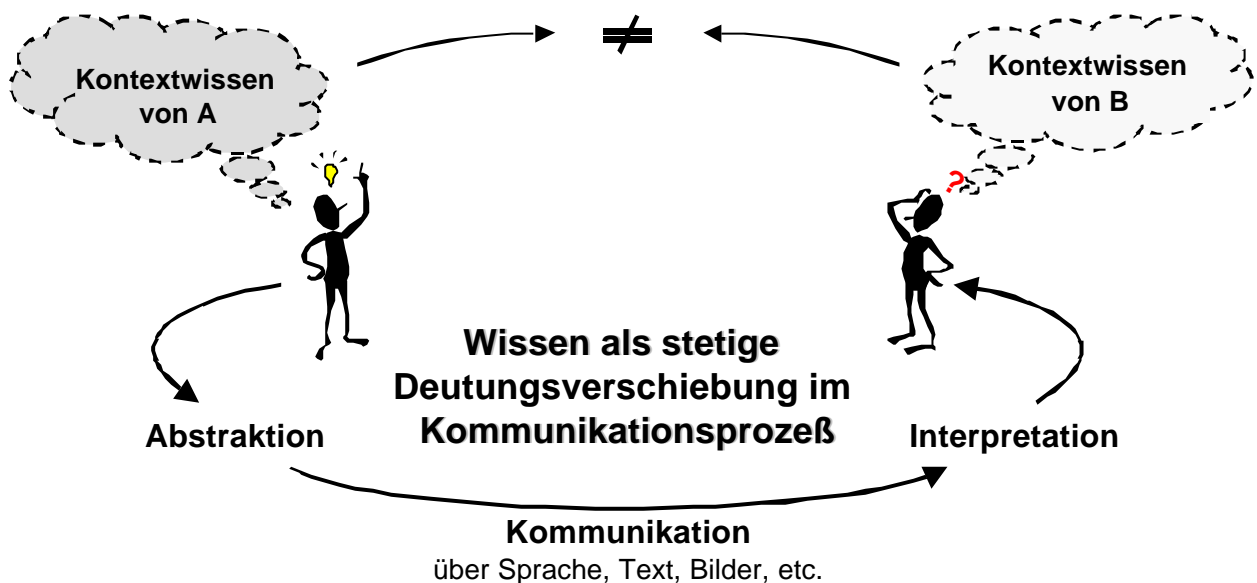


Bild 3-9: Wissensaustausch (in Anlehnung an [GIS\_99])

Die mit dem Informationsaustausch einhergehende Deutungsverschiebung führt zu individuellen Sichten auf dasselbe Dokument. Sofern das fachbezogene Kontextwissen (Qualifikation) und die Arbeitsaufgabe nicht vergleichbar sind, wird das Dokument daher bzgl. Inhalt und Bedeutung unterschiedlich klassifiziert [TÖN\_01]. Das Ergebnis sind an die individuellen Bedürfnisse angepaßte Vorgehensweisen und Strukturen zur Ablage sowie zum Wiederauffinden von Informationen.

Die funktionsorientierte Gestaltung der Aufbauorganisationen führt dazu, daß Mitarbeiter mit ähnlichen Qualifikationen und Aufgaben in Abteilungen zusammengefaßt werden. Dies



fördert einen bereichsinternen Informationsaustausch, denn sowohl der Absender einer Information als auch der Empfänger ordnen den Inhalt und die Bedeutung der auszutauschenden Information in vergleichbarer Weise ein. Der Absender ist also in der Lage, die Informationsbedürfnisse der potentiellen Empfänger gut abzuschätzen und Informationen entsprechend selektiv zu verteilen. Auch ist es bereichsintern einfacher, eine gemeinsame Datenbasis zu nutzen. Wie *Goesmann et al.* [GOE\_98] feststellen, werden vorgegebene Strukturen vom Anwender akzeptiert, wenn diese einfach sowie verständlich sind und sich weitgehend intuitiv erschließen. Letzteres ist insbesondere dann gegeben, wenn die Ablagestruktur sich am Wissenskontext und der Aufgabe selbst orientiert.

Wie im Abs. 3.1 dargestellt, sind Engineeringprozesse hochgradig vernetzt und daher sehr komplex. Zur Reduzierung dieser Komplexität für den Einzelnen wird arbeitsteilig im Team vorgegangen, d.h. Mitarbeiter aus unterschiedlichen Funktionsbereichen übernehmen Teilaufgaben. Dazu erhalten bzw. beschaffen sie Informationen, verarbeiten diese und geben ihr Arbeitsergebnis in Form von Informationen weiter. Dabei ist es dem einzelnen Mitarbeiter allerdings nicht ohne weiteres möglich, sich auf die Informationsbedürfnisse der übrigen Teammitglieder einzustellen. Unterschiedliche Aufgaben und Qualifikationen bedingen unterschiedliche Informationsbedürfnisse und verhindern gleichzeitig die Antizipation dieser Bedürfnisse und damit eine bedarfsgerechte Informationsverteilung.

Die Vernetzung im Engineeringprozeß macht es unmöglich, alle entscheidungsrelevanten Informationen für alle Teilprozesse in der Planung zu berücksichtigen und in einen formellen Informationsaustausch entlang der Prozeßkette einzubinden. Vielmehr ist es zur Klärung situativ auftretender Fragestellungen häufig notwendig, Informationen auf informellen Wegen auszutauschen [DEB\_99]. Diese Abstimmungsprozesse sind elementarer Bestandteil der in Abs. 3.1.1 beschriebenen Gestaltungsansätze zum Kooperativen Produktengineering und dienen ebenfalls der Verteilung von Wissen. Bild 3-10 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen formellen und informellen Informationsflüssen in Verbindung mit der Aufbau- und Ablauforganisation.

Die Bedeutung des informellen Informationsaustausches verhält sich umgekehrt proportional zum Determinierungsgrad des Prozeßablaufs und zum Fokussierungsgrad der erarbeiteten Informationen. Der Determinierungsgrad ist ein Maß für die Detaillierungsebene, auf welcher Prozesse und damit formelle Informationsflüsse im voraus geplant werden können. Mit abnehmendem Determinierungsgrad sind die Prozeßbeteiligten verstärkt gefordert, situativ über die nächsten Prozeßschritte zu entscheiden. Diese Entscheidungen setzen den Zugriff auf zusätzliches Wissen und Abstimmungsprozesse, welche mit informellen Informationsflüssen verbunden sind, voraus [GOE\_98]. Je geringer der Fokussierungsgrad von Informationen ist, um so weniger ist im voraus zu bestimmen,

welche Personen im Verlauf des Engineeringprozesses auf diese Informationen zugreifen müssen. Damit nimmt aber auch gleichzeitig der Strukturierungsgrad ab.

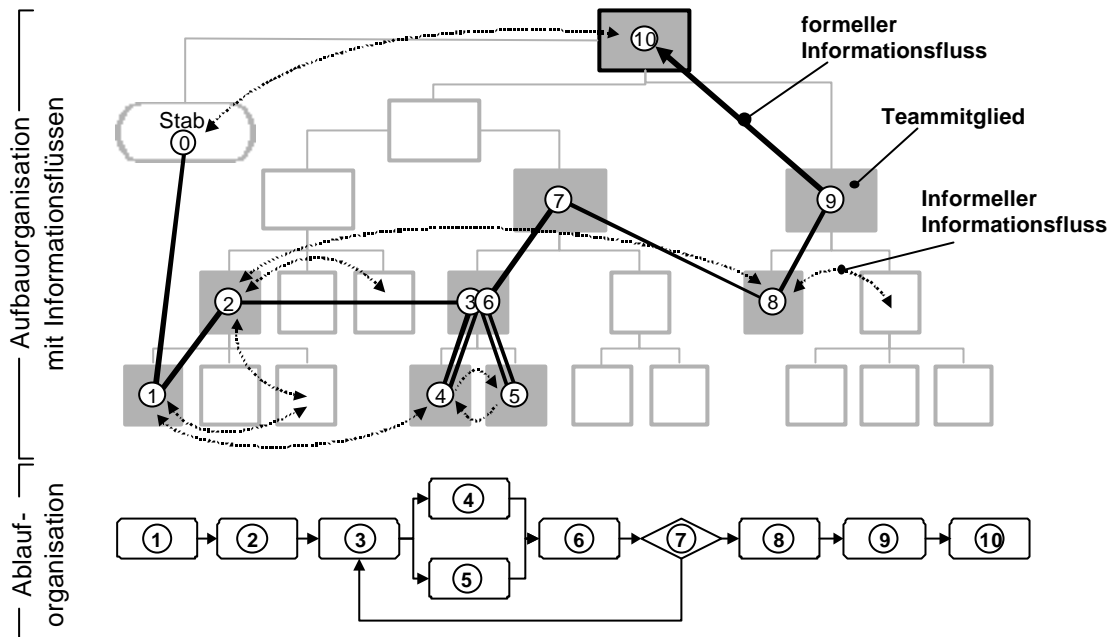


Bild 3-10: Zusammenhang zwischen formellen und informellen Informationsflüssen

### 3.2.3 Systemunterstützung für das Informations- und Wissensmanagement

#### 3.2.3.1 Dokumenten- und Produktdaten-Managementsysteme

Dokumenten-Managementsysteme (DMS) dienen allgemein der Erfassung, Archivierung und Bereitstellung von Dokumenten aus allen Bereichen eines Unternehmens. Dabei stehen zumeist die sogenannten „Office-Daten“, also Dokumente, welche bevorzugt mit Systemen zur Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Bildbearbeitung erzeugt werden, im Vordergrund. Im Zuge der Erfassung werden Dokumente mittels Schlagworten indiziert und teilweise auch klassifiziert. Dokumentenklasse und Schlagwörter sind beschreibende Metadaten, welche in einer Datenbank (Vault) abgelegt werden. Das Dokument selbst wird in ein File-System (Vault-Location) eingeordnet. Die Dokumentenklassen als auch der Schlagwortindex dienen der Suche und Bereitstellung des Dokumentes zu einem späteren Zeitpunkt. Eine Verknüpfung der Dokumente erfolgt zumeist nur über die Zuordnung zu einer gemeinsamen Klasse.

Produktdaten-Managementsysteme (PDMS)<sup>1</sup> fokussieren im Gegensatz zu DMS auf die Verwaltung von produktbezogenen Informationen. Dabei gehen die Vorstellungen über den

<sup>1</sup> Eine in der Literatur überwiegend synonym zum PDM verwendete Bezeichnung ist Engineering Data Management (EDM). Eine Differenzierung, sofern sie denn vorgenommen wird, erfolgt uneinheitlich. Dabei werden sowohl PDM und EDM als Obermenge des jeweils anderen aufgefasst. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die Begriffe allerdings synonym betrachtet.

Umfang der produktbezogenen Daten sehr weit auseinander. Der Umfang reicht dabei von ausschließlich das Produkt beschreibenden Daten (z.B. CAD, FEM) bis hin zu allen Informationen, welche im Zuge eines Produktentstehungsprozesses anfallen. Hierzu zählen dann sowohl die den Herstellungsprozeß beschreibenden Daten als auch organisatorischen Daten und Informationen des Projektmanagements. Ziel von PDMS ist es, die Insellösungen (CAx) für die einzelnen Abschnitte des Engineeringprozesses über ein zentralisiertes Datenmanagement miteinander zu verknüpfen und so eine durchgehend rechnergestützte Produktentwicklung zu realisieren [SÖT\_99].

Der gravierendste Unterscheid eines PDMS gegenüber einem DMS ist die Strukturierung der Dokumente und Daten anhand eines Produktmodells. Dieses Modell liegt der Datenbank, welche die Dokumenten-beschreibenden Metadaten aufnimmt, zugrunde. Der Detaillierungsgrad der Modelle reicht teilweise bis auf die Ebene der Technischen Elemente, den Grundbausteinen moderner 3D-CAD-Systeme [TÖN\_99, TöZ\_99]. Dadurch soll die Suche nach benötigten Informationen stark beschleunigt und gleichzeitig eine starke Vernetzung der Dokumente erreicht werden. Die Struktur soll die Denkweise des Konstrukteurs, der sich an Bauteilen und Produkten orientiert, unterstützen. Daher ist das Teilemanagement eine wichtige Funktion eines PDMS. Zum schnellen Auffinden von Ähnlichkeits- und Wiederholteilen werden alle Teile klassifiziert. Sachmerkmalsleisten, Clusteranalysen u.a. sind hierfür geeignete Verfahren.

Neben dem Auffinden von Informationen ist die Regelung des Datenzugriffs eine weitere wichtige Funktion, welche DMS und PDMS gemeinsam haben. Durch Vergabe von Benutzerrechten wird sichergestellt, daß nur autorisierte Personen Zugang zu den Daten haben. Des weiteren wird die gleichzeitige Bearbeitung von Daten und Dokumenten verhindert, um die Datenkonsistenz zu gewährleisten.

Neuere DMS und PDMS beschränken sich nicht mehr nur auf die Aufnahme und Bereitstellung von Informationen, sondern verfügen darüber hinaus über Funktionalitäten für ein aktives Prozeßmanagement. Diese Workflow-Funktionalitäten eignen sich gut für die Steuerung stark determinierter Freigabe- und Änderungsprozesse [HÖF\_99]. In diesem Zusammenhang sind bereits Ansätze für ein prozeßorientiertes Wissensmanagement zu verzeichnen. Jedoch gehen diese nicht über die Anlage von Ablaufbibliotheken hinaus (siehe Abs. 3.3.1.2).

Der Erfolg von Datenmanagement-Systemen hängt im wesentlichen von deren Fähigkeiten ab, Informationen in Abhängigkeit vom jeweiligen Aufgabenkontext effizient zur Verfügung zu stellen. Dies ist wiederum abhängig von der Güte der zuvor vorgenommenen Klassifi-

---

zierung. Die Klassifizierung von Dokumenten mit einem klaren inhaltlichen Fokus auf ein Bauteil, Produkt oder Herstellprozeß ist relativ problemlos möglich. Allerdings beinhaltet ein großer Teil der gerade in den frühen Phasen des Engineeringprozesses erzeugten Dokumente sehr viele Informationen mit einem wenig ausgeprägten Produkt- oder Prozeßfokus. Eine Klassifizierung zur Einordnung in vorgegebene Strukturen eines DMS bzw. PDMS ist daher problematisch. Dies gilt z.B. für Markt- und Risikoanalysen sowie Richtlinien des Qualitätsmanagements, welche an vielen Stellen im Unternehmen nur teilweise und in unterschiedlichen Kontexten genutzt werden. Besonders ausgeprägt tritt das Klassifizierungsproblem bei der Einführung eines DMS oder PDMS zutage. In Zuge dessen müssen sehr große Mengen unstrukturierter Informationen manuell klassifiziert werden. Als Lösung wurden selbstlernende Systeme entwickelt, welche die Klassifizierung von unstrukturierten Informationen automatisch und sehr schnell durchführen können. Diesen Systemen wird eine stark zunehmende Bedeutung für das Wissensmanagement beigemessen [KAM\_00].

### 3.2.3.2 Selbstlernende Systeme und Agenten

Von einem mathematischen Standpunkt aus betrachtet ist Lernen die Fähigkeit eines Algorithmus, aus einer Grundmenge an Informationen die implizit enthaltenen Muster, welche sich aus statistisch signifikanten Verknüpfungen von Teilinformationen ergeben, zu ermitteln [SER\_00].

Sprache respektive Text sind wichtige Medien zum Austausch von Informationen zwischen Personen. Nach den Prinzipien der Informationstheorie von *Shannon* [SHA\_76] werden dabei immer wiederkehrende Kombinationen aus Wörtern und Zeichen benutzt, um bestimmte Inhalte auszudrücken. Diese Kombinationen entsprechen Mustern, welche mit mathematischen Algorithmen erkannt werden können. Auf diese Weise ist es möglich, computergestützt Inhalte aus unstrukturierten Dokumenten, wie z.B. Texten, Tabellen, Präsentationen, zu extrahieren.

Neben den Arbeiten von *Shannon* basieren die Systeme zur Mustererkennung auf wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansätzen von *Bayes* oder *Voronoi* [VOR\_96], wobei sich letzterer in der Praxis als leistungsfähiger herausgestellt hat [SER\_00]. Die Fähigkeit zum „Lernen“ ergibt sich durch die Verbindung dieser Algorithmen mit neuronalen Netzen. Dabei wird zwischen dem „angeleiteten“ und dem „freien“ Lernen unterschieden. Das freie Lernen zielt auf die Ermittlung jeglicher Muster in der Informationsmenge ab. Dabei wird nicht zwischen sinnvollen und nicht sinnvollen Mustern differenziert. Das angeleitete Lernen ist für die praktische Anwendung der Dokumentenklassifizierung wesentlich geeigneter. Anhand repräsentativer Stichproben wird automatisch ein Klassifizierungsschema ermit-

telt. Nach diesem Schema wird dann die gesamte Grundmenge untersucht und dem Schema entsprechend strukturiert. Hervorzuheben ist die Möglichkeit, auf diese Weise sehr einfach personenbezogene Klassifizierungsschemata und damit individuelle Sichten auf eine gemeinsame Datenbasis aufzubauen. Diese Sichten berücksichtigen das Kontextwissen und die Aufgabenstellung des Anwenders und unterstützen somit den intuitiven Zugang zu den Dokumenten.

Eine weitere Möglichkeit, Informationen gezielt aus einer großen Grundmenge zu selektieren, sind Software-Agenten. Es wird zwischen Multi-Agentensystemen sowie persönlichen und mobilen Agenten unterschieden. Multi-Agentensysteme werden dem Forschungsbereich der künstlichen Intelligenz zugeschrieben. Ihre praktische Relevanz ist im Vergleich zu persönlichen und mobilen Agenten gering. Letztere werden bereits zur gezielten Filterung von Informationsbeständen genutzt. Eine Anwendung fanden mobile Agenten als Teil eines Informationsmaklers, welcher im Rahmen des SFB 384 Teilprojekt D4 entwickelt wurde. In diesem System beschaffen Agenten gezielt benötigte Maschinendaten zur Zustandbewertung [TöW\_00].

### **3.2.4 Schlußfolgerungen für die Arbeit**

Es ist festzustellen, daß die Ansätze zum Wissensmanagement im Produktengineering vor allem technische Fragestellungen der Wissens- bzw. Informationserfassung unter Nutzung von Datenbanksystemen betrachten. Vornehmliches Ziel ist es, produktbezogenes Wissen möglichst vollständig zu sammeln, zu strukturieren und zur Nutzung bereitzustellen. Hierfür sind Datenmanagementsysteme verfügbar. Allerdings ist der arbeits- und zeitintensive Prozeß der Datenklassifikation noch überwiegend manuell durchzuführen. Besonders nachteilig wirkt sich dies bei Dokumenten aus, die sich einer Strukturierung anhand vorgegebener Produkt- und Prozeßmodelle entziehen. Die Inhalte dieser Dokumente werden in verschiedenen Kontexten verarbeitet, so daß die individuelle, unbewußte Einordnung der Dokumente stark von der tatsächlich vorgenommenen Klassifizierung differiert. Die Suche nach diesen Dokumenten gestaltet sich entsprechend aufwendig. Hinzu kommt, daß eine aktive Informationsweitergabe nicht erfolgen kann, da kaum Transparenz bzgl. der Verwendung dieser Dokumente im Unternehmen besteht. Selbstlernende Systeme zur automatisierten Klassifizierung und Informationssuche bieten hierfür eine Lösung.

Ansätze für ein prozeßorientiertes Wissensmanagement fehlen dagegen weitgehend, obwohl dessen Bedeutung von vielen Seiten betont wird. Einzig die Archivierung verschiedener Vorgehensweisen in Fallbibliotheken erfolgt im Rahmen der Nutzung von Workflow-Systemen. Ansätze zur gezielten Verfolgung von tatsächlich stattfindenden Informations-

flüssen unter Einbeziehung des informellen Informationsaustausches existieren bisher nicht.

### 3.3 Informationssysteme für das Produktengineering

Unter Informationssystemen werden Systeme zur Speicherung, Wiedergewinnung, Verknüpfung, Auswertung und Übertragung von Informationen verstanden [BRO\_91c]. Diese allgemein gehaltene Definition macht bereits deutlich, daß ein Informationssystem nicht zwangsläufig auch ein computergestütztes System sein muß. Vielmehr existieren Informationssysteme bereits seit Jahrhunderten, z.B. in Form der Buchhaltung in Unternehmen. Die Anforderungen an ein modernes Informationsmanagement in Unternehmen sind heute aber kaum noch ohne Einsatz der Rechnertechnik zu bewältigen [FRE\_98]. Entsprechende Definitionen und Klassifikationen für Informationssysteme finden sich u.a. in [PIC\_01, OES\_95, SEE\_95]. Eine praxisorientierte Einteilung für betriebliche Informationssysteme gibt *Fischer* [FIS\_00]. Danach differenziert er diese Systeme anhand ihrer Anwendungsfelder (Bild 3-11).

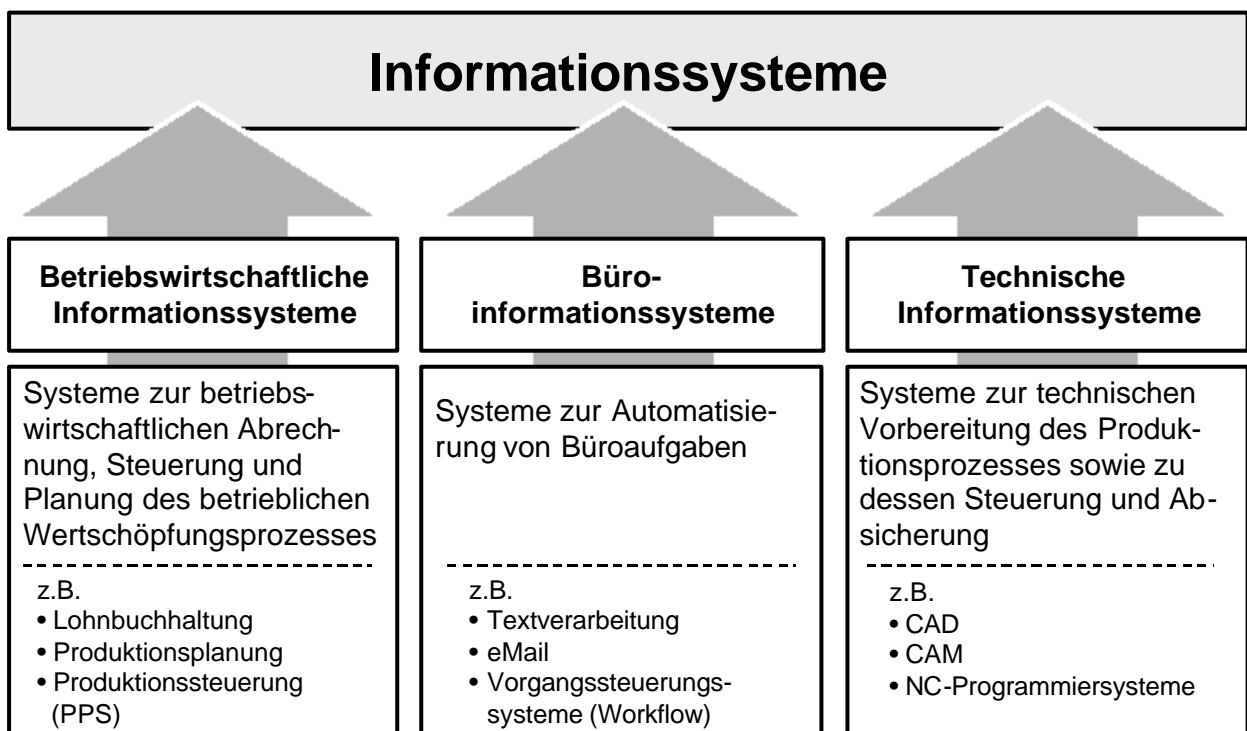


Bild 3-11: Einteilung für Informationssysteme

Der in dieser Arbeit verfolgte und durch die in Kap. 2 formulierten Anforderungen grob charakterisierte Ansatz für ein Informationssystem zielt auf eine Unterstützung des Engineeringprozesses, welcher die Geschäftsfeldplanung sowie die Produkt- und Prozeßentwicklung umfaßt, ab. Daher liegt eine Einordnung des Ansatzes in die Kategorie „Technische Informationssysteme“ nahe. Bei näherer Betrachtung dienen Systeme dieser Klasse

aber der Lösung ganz spezieller, technischer Problemstellungen, wie z.B. der Erstellung einer Konstruktionszeichnung (CAD) oder eines Steuerungsprogramms für Werkzeugmaschinen (NC). Eine Unterstützung der Kooperation im Engineeringprozeß durch bedarfsgerechte Informationsbereitstellung und Kommunikation ist dagegen nicht Ziel dieser Systeme. Diese Aufgabe wird der Systematik zufolge den Büroinformationssystemen zugeordnet, weshalb diese im folgenden detaillierter erläutert werden.

### 3.3.1 Büroinformationssysteme

Aufgrund des hohen Verbreitungsgrades der Rechnertechnik durchdringen Büroinformationssysteme nahezu alle Planungs- und Managementschichten sowie betrieblichen Funktionsbereiche von Unternehmen. Demnach ist ein Büroinformationssystem nicht mehr nur an das „Büro“ gebunden, sondern es ist vielmehr ein systemtechnischer Rahmen, in dessen Umfeld Menschen in Arbeitsgruppen ihre Tätigkeiten in den Planungs- und Entscheidungsprozessen eines Unternehmens durchführen [NAS\_00].

#### 3.3.1.1 Computer Supported Cooperative Work

Arbeiten und Hilfsmittel, die sich mit der Systemunterstützung des für das Produktengineering so bedeutenden kooperativen Arbeitens beschäftigen, werden dem Forschungsgebiet des Computer Supported Cooperative Work (CSCW) zugeordnet [CAR\_99, GRÄ\_99, SEU\_97]. Ziel von CSCW ist es, die Zusammenarbeit von Menschen im Unternehmen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen effizienter, flexibler sowie zugleich humaner und sozialer zu gestalten [HaS\_94].

Nach *Krcmar* [KRC\_92] können drei wesentliche Forschungsrichtungen im Bereich des computerunterstützten Arbeitens unterschieden werden. Dies ist zum einen die grundlagenorientierte Untersuchung der Teamarbeit zum Aufbau eines allgemeinen Verständnisses für die funktionalen und sozialen Aspekte der Gruppenarbeit. Zum anderen ist dies die Entwicklung von Werkzeugen zur systemgestützten Gruppenarbeit. Die Bewertung von Gruppenarbeit ist Gegenstand einer weiteren Forschungsrichtung.

CSCW-Systeme und -Applikationen werden unter dem Begriff Groupware zusammengefaßt. Diese werden nachfolgend erläutert.

#### 3.3.1.2 Groupware

Groupware kennzeichnet eine Kategorie von Software-Produkten zur expliziten Unterstützung von Kooperationsprozessen. Dabei steht das gemeinsame Arbeiten der Beteiligten im Vordergrund und nicht lediglich die Arbeit am selben Objekt [MÜL\_99]. Dieses Verständnis hebt sich deutlich von den Ansätzen, welche zentrale Produkt- und Prozeßmodelle

sowie darauf aufbauende Datenbanken in den Mittelpunkt der Betrachtung stellen, ab. Das derzeit bekannteste Groupware-System ist Lotus Notes der Firma IBM.

Neben der Einordnung der Groupware-Systeme in einer Raum/Zeit-Matrix [JOH\_88] ist die Klassifizierung nach *Teufel et al.* [TEU\_95] die wohl bekannteste Systematik. Sie differenzieren die Systeme nach ihren elementaren Unterstützungsfunktionen bzgl. Kommunikation, Koordination und Kooperation (Bild 3-12).

- **Kommunikation**  
Kommunikation ist die Grundlage für jede Form der kooperativen Zusammenarbeit. Aus systemtechnischer Perspektive betrachtet, bedeutet Kommunikation die Übertragung von Daten. Dabei spielt der Datentyp, z.B. Sprache, Schrift oder Bild, nur eine untergeordnete Rolle. Für die kooperative Arbeit entscheidender ist die Unterscheidung nach synchroner (Audio- und Videokonferenzen) und asynchroner Kommunikation (eMail), da sie den zeitlichen Aspekt und damit unmittelbar die Form der Zusammenarbeit durch Kommunikation berücksichtigt.
- **Kooperation**  
Kooperation stützt sich auf Kommunikation und unterstellt den dabei stattfindenden Informationsaustausch einem gemeinsamen Ziel. Damit setzt Kooperation die Beteiligung von mindestens zwei Personen mit einem zwischen ihnen abgestimmten Ziel voraus.
- **Koordination**  
Erfolgt die Kommunikation zur Abstimmung aufgabenbezogener Tätigkeiten, so wird dies als Koordination interpretiert. Koordination zielt auf die optimale Erfüllung der angestrebten Ziele durch Abstimmung dezentral durchgeführter Aktivitäten, welche durch voneinander abhängigen Organisationseinheiten wahrgenommen werden, ab.



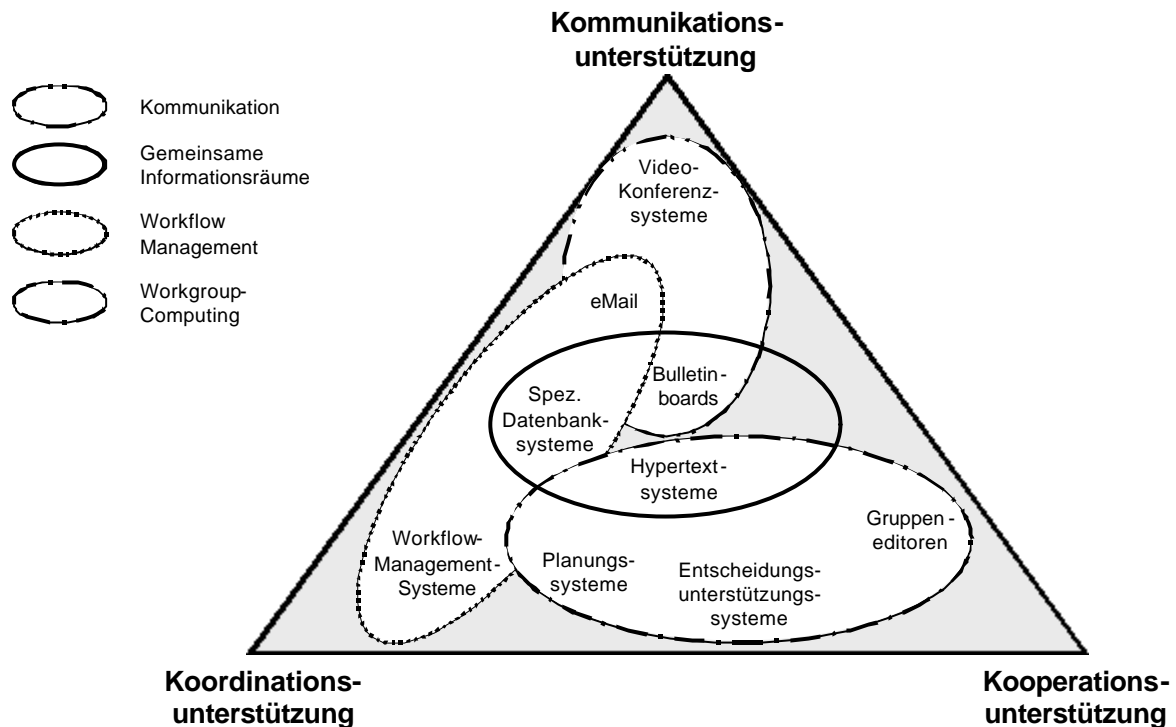


Bild 3-12: Klassifizierung von Groupware-Systemen nach Unterstützungsfunktionen

Es ist festzustellen, daß die Klassen der Groupware-Systeme einen unterschiedlichen Grad an Prozeßunterstützung aufweisen. Während Videokonferenz-Systeme und Gruppeneditoren beispielsweise sehr situationsgebunden und daher sporadisch im Prozeß eingesetzt werden, verfolgen Prozeßplanungs- und Workflow-Management-systeme einen umfassend organisierenden Ansatz zur kontinuierlichen Prozeßunterstützung. Vor dem Hintergrund der Anforderung, den Informationsfluß gezielt - also geplant - zu unterstützen und daran die Prozeßorganisation auszurichten, erscheinen vor allem die Systemklassen „Workflow-Management“ und „Workgroup Computing“ relevant. Daher wird im folgenden näher auf sie eingegangen.

### Workflow-Managementsysteme

Die für die Standardisierung von WFMS maßgebliche Workflow Management Coalition (WFMC) definiert ein derartiges System folgendermaßen [WFM\_95]:

*„A system that completely defines, manages and executes workflows through the execution of software whose order of execution is driven by a computer representation of the workflow logic.“*

Ein Workflow ist dabei als eine Aufeinanderfolge von Aktivitäten, die zur Bearbeitung einer Gesamtaufgabe erforderlich sind und unter Beteiligung zumeist vieler Personen erfolgt, zu verstehen. Eine Aktivität wird dabei jeweils durch ein Ereignis ausgelöst und auch beendet. Der Engineeringprozeß ist ein dieser Definition entsprechender Ablauf.

Die Definition deutet bereits darauf hin, daß es sich bei WFMS um sehr komplexe Systeme handelt. Ihr Einsatz verfolgt das Ziel, Arbeitsprozesse zwischen räumlich und zeitlich asynchron arbeitenden Menschen durchgängig informationstechnisch abzubilden und nach definierten Regeln zu unterstützen [NAS\_00]. Die Verknüpfung zwischen den Teilprozessen wird dabei durch einen gesteuerten Informationsfluß, welcher zumeist dokumentenbasiert erfolgt, erreicht.

Die Steuerung des Informationsflusses erfolgt in Abhängigkeit des Determinierungsgrades des zugrundeliegenden Workflows nach unterschiedlichen Mechanismen. Eine Untersuchung von *Picot* [PIC\_95] liefert folgende Einteilung als Auswahlgrundlage: Demnach weisen Routineprozesse eine hohe Wiederholhäufigkeit bei gleichzeitig großer Ausführungsstabilität auf. Diese Prozesse sind prädestiniert für eine Unterstützung durch transaktionsorientierte WFMS. Aufgrund einer höheren Komplexität und Veränderlichkeit weisen dagegen Regelprozesse einen deutlich geringeren Determinierungsgrad als Routineprozesse auf. Die Unterstützung von Regelprozessen durch ein WFMS ist daher nur in Verbindung mit sogenannten Ad-hoc-Workflows sinnvoll. Ad-hoc-Workflows erweitern die Funktionalität klassischer WFMS um Eingriffsmöglichkeiten, die dem Anwender eine situationsgebundene Veränderung des im voraus definierten Workflows erlauben. *Picot* identifiziert des weiteren Einmalprozesse, welche sich nicht für eine Unterstützung durch ein WFMS eignen. Der Aufwand für die notwendige Prozeßdefinition steht bei diesem Prozeßtyp in keinem ausgewogenen Verhältnis zu den erzielbaren Zeiteinsparungen bei der Prozeßdurchführung.

Aufgrund des Umstandes, daß Workflow-Management (WFM) die Definition sowie Abbildung von Geschäftsprozessen als Aufgabengebiet einschließt, wird WFM häufig in direkter Verbindung mit Business Process Reengineering [HaC\_90, DAV\_93] genannt. Tatsächlich betrachten viele Unternehmen die Einführung eines WFMS als Gelegenheit, ihre Prozesse zu überdenken und ggf. neu zu strukturieren, da als Voraussetzung für die Steuerung eines Ablaufes dieser zuvor als Modell im WFMS abgebildet werden muß. Business Process Reengineering ist demzufolge nicht unmittelbar mit dem WFM verbunden, wird aber dadurch begünstigt.

Die notwendige „pre-process“ Definition des Workflows zieht eine eingeschränkte Flexibilität des Gesamtsystems nach sich [HeW\_99]. Daran ändern auch Funktionalitäten zur situativen Anpassung nur wenig. Da bei den bisher verfügbaren Systemen sowohl Definition als auch Anpassungen weitgehend manuell durchgeführt werden müssen, verursachen Änderungen einen nicht zu vernachlässigenden zeitlichen und personellen Aufwand. WFMS haben sich nicht zuletzt deshalb bisher kaum im Bereich des Produktengineering etablieren können. Ein weiterer Grund für den mangelnden Erfolg von WFMS im diesem Bereich ist die zwar ausgezeichnete, aber einseitige Unterstützung

Bereich ist die zwar ausgezeichnete, aber einseitige Unterstützung formaler Informationsflüsse. Eine vergleichbare Unterstützung informeller Informationsflüsse fehlt nahezu völlig.

Einige WFMS bieten Monitoring-Funktionalitäten, um die tatsächliche Prozeßführung zu protokollieren und dadurch Abweichungen von der geplanten Vorgehensweise transparent zu machen. Die daraus gewonnenen Informationen sollen es dem Anwender erlauben, bereits definierte Workflows zu optimieren [DiS\_98]. Ein weiterer Ansatz zum prozeduralen Wissensmanagement mit WFMS ist die Beschreibung und Speicherung von Workflow-Varianten in einer Datenbank [WAR\_96]. Dem Anwender soll damit die Möglichkeit gegeben werden, bei ähnlichen Randbedingungen und Zielstellungen eine geeignete Variante zur Durchführung auszuwählen. Von einem geschlossenen Regelkreis zur Prozeßoptimierung sind die verfügbaren Systemfunktionalitäten allerdings weit entfernt.

### *Workgroup Computing*

Diese Systemklasse dient explizit der Zusammenarbeit von Projektteams unter Anwendung einer gemeinschaftlich nutzbaren computerbasierten Umgebung (in Anlehnung an [PET\_93]) zur Lösung von Aufgaben mit mittlerem bis geringem Strukturierungsgrad. Neben Termin- und Multi-Projektmanagement-Systemen sind auch Gruppeneeditoren-Systeme in diese Klasse einzuordnen.

Schwerpunkt der Systemfunktionalitäten liegt auf der Koordination von unstrukturierten Aufgaben und der Unterstützung von Entscheidungsprozessen durch einen unternehmensweiten Informationsaustausch. Als wesentlicher Gestaltungsaspekt wird dabei die Schaffung einer gemeinsamen Datenbasis für die Gruppenarbeit betrachtet [NAS\_00].

Während sich bei WFMS durch das Weiterleiten von Dokumenten zwischen den Prozeßbeteiligten eine gemeinsame, aufgabenbezogene Datenbasis aufbaut, spielen beim Workgroup Computing verteilte Datenbasen eine wesentlich größere Rolle. Über Replikationsmechanismen miteinander vernetzt, bilden diese eine für alle Beteiligten zugängliche Informationsquelle.

Der Informationsfluß wird beim Workgroup Computing nicht vorstrukturiert, sondern dem einzelnen Mitarbeiter wird die Möglichkeit gegeben, Informationen in Abhängigkeit von der zum Zeitpunkt der Entscheidung gegebenen Situation zu lenken. Dadurch sollen Arbeitsprozesse, welche nur einen geringen Determinierungsgrad aufweisen, gleichermaßen flexibel und effizient gestaltet werden. Es ist allerdings nicht möglich, den tatsächlich stattfindenden Informationsfluß zu verfolgen, um daraus Strukturen im Arbeitsablauf aufzudecken und daraus Schlüsse für eine geeignetere Ablaufgestaltung zu gewinnen.

Systeme dieser Klasse erscheinen in Verbindung mit eMail und anderen Kommunikationssystemen geeignet, den für das Produktengineering bedeutenden informellen Informa-

tionsaustausch zu unterstützen. Damit kann in Verbindung mit weiteren Kriterien (Tabelle 3-1) Workgroup Computing klar gegenüber dem Workflow-Management abgegrenzt werden.

Tabelle 3-1: Kennzeichen von Workflow-Management und Workgroup Computing (in Anlehnung an [NAS\_00])

	Workflow-Management	Groupware-Computing
Aufgabenstrukturierung	Strukturierte Aufgaben	Unstrukturierte Aufgaben
Informationsfluß	Formell	Informell
Primäre Zielsetzung	Effizienzsteigerung	Flexibilität gewährleisten
Steuerung / Verfolgung	Automatisierung von Aufgaben und Prozessen	Koordination der Aufgabenteilung
Unterstützungsleistung	Management komplexer „Büro“-Prozesse	Management kooperativen Arbeitens
Zeitliche Verteilung	Zu unterschiedlichen Zeitpunkten	Zu gleichen und unterschiedlichen Zeitpunkten

### 3.3.2 Information und Kommunikation in vernetzten, dezentralen Strukturen

Kooperatives Produktengineering bedeutet immer auch, bereichs- und ggf. unternehmensübergreifend an der Lösung einer Aufgabe zusammenzuarbeiten. Die Bildung von Projektteams bedeutet aber nicht gleichzeitig auch eine örtliche Konzentration der in den Engineeringprozeß involvierten Mitarbeiter. Trotz der Vorteile, die sich aus einer räumlichen Zusammenfassung ergeben können [TÖN\_93], ist dies aufgrund von verteilten Standorten häufig nicht möglich [BEI\_98]. Daher spielen Informations- und Kommunikationsprozesse in dezentralen Strukturen eine bedeutende Rolle in bezug auf die Gestaltung eines geeigneten Informationssystems.

Die Ausführungen zu WFMS und Workgroup Computing haben deutlich gezeigt, daß moderne Konzepte der Informationstechnik bereits darauf ausgerichtet sind, Zusammenarbeit unabhängig vom Standort der Kooperationspartner zu unterstützen. Neben der Überbrückung von Raum- und Zeitdifferenzen ist dabei besonders die Bildung und Nutzung gemeinsamer Datenbasen hervorzuheben. Die Gestaltung der Datenbasis sowie der Zugriff bzw. die Verteilung darin gespeicherter Informationen hängen stark voneinander ab und bestimmen in erheblichem Maß die Architektur eines Informationssystems.

Ein klarer Trend bzgl. der Gestaltung von informations- und kommunikationstechnischen Infrastrukturen ist derzeit nicht auszumachen. Grundsätzlich kann aber von einem hohen Durchdringungsgrad der Rechnertechnik im Bereich des Produktengineering ausgegangen werden. Die gesteigerte Leistungsfähigkeit sowohl der Computer als auch der sie

verbindenden Netzwerke hat dabei zu einer Auflösung zentraler Strukturen geführt [HER\_99]. Parallel dazu ist allerdings auch eine entgegengesetzte Entwicklung in Richtung zentraler Datenhaltung und -verarbeitung zu verzeichnen [PIC\_01]. Diese Dualität ist auf den unterschiedlichen Fokussierungs- und Strukturierungsgrad, mit welchem Daten und Informationen im Engineeringprozeß erarbeitet werden, zurückzuführen (siehe Abs. 3.2.1).

Für komplexe, stark vernetzte Daten sowie Informationen mit hohem Fokussierungs- und damit Strukturierungsgrad, wie sie in fortgeschrittenen Stadien des Engineeringprozesses erarbeitet werden, ist eine zentrale Datenhaltung sinnvoll. Als Beispiele hierfür lassen sich Konstruktions- und Simulationsdaten anführen. Die Wahrung der Konsistenz dieser Daten ist in dezentralen Strukturen mit erheblich höherem Aufwand verbunden als bei einer zentralisierten Lösung. Des weiteren resultiert aus der Datenfokussierung implizit eine für den Anwender leicht nachvollziehbare Datenstruktur, welche den Datenzugriff intuitiv gestaltet. Die im Abs. 3.2.3.1 beschriebenen EDM/PDM-Systeme sind für die Verwaltung von Daten diesen Typs besonders geeignet.

Für den große Anteil semi- bzw. unstrukturierter Daten ist die Frage nach zentraler oder dezentraler Datenhaltung nicht ohne weiteres zu beantworten. Beispielsweise werden Marketing- und Machbarkeitsstudien, aber auch Organisationskonzepte i.a. entweder „unstrukturiert“ (aus Sicht eines Dritten) auf persönlichen Datenspeichern oder semi-strukturiert auf Projektverzeichnissen des Unternehmens abgelegt. Hierbei kommen individuell geprägte Informationsbedürfnisse und Arbeitsweisen wesentlich stärker zum tragen als dies bei den zuvor genannten strukturierten Daten der Fall ist. Häufig werden von Mitarbeitern immer wieder benötigte Informationen bzw. gesammelte Erfahrungen in eigenen Dokumenten abgelegt. Da diese Informationen keinen konkreten Projektbezug haben, lassen sie sich nicht ohne weiteres in eine semi-formale Struktur eines Projektverzeichnisses einordnen. Derartige Dokumente werden lokal gespeichert und sind daher auch nur dem Ersteller zugänglich, da niemand weiteres im Unternehmen weiß, daß es diese Dokumente gibt. Hinzu kommt, daß im Verlauf eines Engineeringprozesses sehr viele Informationen erarbeitet und dokumentiert werden, so daß gemeinsame, zentrale Datenbasen schnell sehr umfangreich und unübersichtlich werden. Die Suche nach bestimmten Informationen verursacht in der Folge erheblichen Zeitaufwand (siehe auch Abs. 2.5).



gung stehende Information an einen weiteren Mitarbeiter als Empfänger weitergeleitet werden soll.

Während im Rahmen bestehender Ansätze zum Workflow-Management das Push-Prinzip Anwendung findet, wird für das Workgroup Computing das Pull-Prinzip favorisiert. Zur Auswahl eines Prinzips für das angestrebte Informationssystem müssen die Besonderheiten des Kooperativen Produktengineering berücksichtigt werden. Dabei steht der Determinierungsgrad des Engineeringprozesses im Vordergrund. Kann dieser Prozeß a priori im Sinne eines Workflows definiert werden, muß das Push-Prinzip zur Anwendung kommen. Gelingt dies dagegen nicht, so dominiert die Gruppenorientierung der Informationsflüsse, so daß das Pull-Prinzip geeigneter erscheint.

### 3.4 Relevante Vorarbeiten

Der Darstellung relevanter Vorarbeiten ist vorzuschicken, daß in der Literatur eine sehr große Zahl verschiedener Ansätze zur informationstechnischen Unterstützung im Engineeringprozeß zu finden ist. Daher werden nachfolgend nur die Arbeiten beschrieben, welche den in Kap. 2 formulierten Anforderungen zumindest teilweise gerecht werden.

Das von *Stuffer* [STU\_93] vorgestellte System zielt auf eine Unterstützung der Planung und Steuerung von Entwicklungsprojekten ab. Die Projektplanung basiert auf einem dokumentorientierten Ansatz, in dem ein Teilprozeß (Arbeitspaket) durch die zu bearbeitenden Dokumente beschrieben wird. Durch die Einbindung der Dokumentenverarbeitung in das übergeordnete Projektmanagementsystem kann der Status der Dokumente kontrolliert und die Aufgabenübergabe an den nachfolgenden Bearbeiter gesteuert werden. Dadurch ergibt sich ein sowohl auf operativer als auch administrativer Ebene transparenter Arbeitsfluß.

*Korn* [KOR\_96] beschreibt in seiner Arbeit ein Informationssystem, welches auf die Unterstützung von Entscheidungsfindern im Produktengineering ausgerichtet ist. Dazu stellt das System in Kennzahlen aggregierte Informationen bereit. Anhand dieser Kennzahlen wird in der Konzeptphase die strategische Bedeutung eines Projektes für das Unternehmen bewertet und ein Rahmenplan für die Durchführung entwickelt. Die inhaltliche Verknüpfung der Teilprozesse zur Reihenfolgebildung muß manuell vorgenommen werden. Die Steuerung eines Entwicklungsprojektes wird ebenfalls durch die Bildung von Kennzahlen, wie z.B. dem Kosten-Leistungs-Index, unterstützt. Bei Problemen wird in der Know-how-Datenbank durch Berechnung von merkmalsbasierten Ähnlichkeitsmaßen nach vergleichbaren Projekten gesucht. Eine gezielte Anpassung der Planungsgrundlage auf Basis des gesammelten Erfahrungswissen erfolgt nicht.

Einen stark auf den Bereich der Produktentwicklung fokussierten Ansatz beschreibt *Kiesewetter* [KIE\_96]. Zur kontextsensitiven Bereitstellung von Informationen nutzt er die in der Konstruktion weit verbreitete Feature-Technologie. In Ergänzung zu herkömmlichen Konstruktions-Feature führt er die Informations- und Kommunikationsfeature ein. Diese dienen als Container zur Informationsverteilung entlang der Prozeßkette. Des weiteren entwickelt er einen Ansatz zur multimedialen Produktbeschreibung. Durch die Vernetzung von Dokumenten mit Hilfe von Hyper-Links in Verbindung mit der Nutzung eines EDM-Systems wird eine verbesserte Suche nach relevanten Produktinformationen angestrebt. Die Nutzung eines EDM-Systems, welches zur Strukturierung der Daten auf ein Produktmodell zurückgreift, schränkt den Einsatzbereich und die Individualisierungsmöglichkeiten des Systems stark ein.

*Steinwasser* [STE\_96] entwickelt in seiner Arbeit ein Modell zur Abbildung von Informationen, Abläufen und funktionalen Komponenten innerhalb der Produkt- und Prozeßplanung. Dieses Modell soll als Basis für eine spätere Umsetzung in einem Informationssystem dienen. Ergebnis der einleitenden Analyse des Wissensstands ist die Erkenntnis, daß die Bereiche Produkt- und Prozeßentwicklung nicht als informationstechnisch isoliert betrachtet werden können. Vielmehr bestehen vielfältige Informationsflüsse über Bereichsgrenzen hinweg. Des weiteren betont *Steinwasser*, daß aufgrund unterschiedlicher Interessenslagen der Beteiligten individuelle Sichten auf die gemeinsame Datenbasis realisiert werden müssen. Die Implementierung des daraufhin entwickelten Modells erfordert aber einen erheblichen Aufwand zur Abbildung der Unternehmensressourcen und -abläufe. Die Anwendung des Modells für das in der vorliegenden Arbeit verfolgte Informationssystem erscheint daher nicht erfolgsversprechend.

*Wargitsch* [WAR\_97] beschreibt einen allgemeinen Ansatz zur evolutionären Prozeßverbesserung durch Einsatz von Workflow-Managementsystemen (WFMS) in Kombination mit einem Organizational Memory Information System (OMIS). Ein OMIS wird dabei als ein System zur Speicherung von Informationen über die Vergangenheit einer Organisation, die in der Zukunft relevant sein könnten, verstanden. Inhalt eines OMIS ist das deklarative, fachliche Wissen sowie Erfahrungen bzgl. der Planung und Steuerung von Abläufen (prozedurales Wissen). Letzteres wird aus einer Analyse archivierter Workflows gewonnen, wobei die Analyse system-extern durch ein Mitarbeitergremium erfolgt. Des weiteren beschreibt *Wargitsch* und in Ergänzung auch *Goesmann* [GOE\_98] Funktionen, welche ein Informationssystem aufweisen sollte. Hierzu gehört u.a. auch die Abbildung von persönlichen Arbeitsprofilen als wichtige Quelle für prozedurales Wissen, allerdings wurden diese Funktionen bisher nicht umgesetzt.



Einen ebenfalls auf einem WFMS aufbauenden Ansatz für ein Informationssystem verfolgt *R. Gräßler* [GRÄ\_99]. Von der Notwendigkeit eines optimalen Informationsflusses in der Produktentwicklung ausgehend, plant *Gräßler* den Prozeßablauf auf Basis der informationellen Abhängigkeiten der Teilprozesse. Die Planung geht von einer als idealtypisch betrachteten NC-Verfahrenskette für die Konstruktion und Arbeitsplanung aus. Der Prozeßablauf bildet die Grundlage für die Steuerung des formellen Informationsflusses mit Hilfe eines WFMS. Als zentrale Informationsquelle und -senke fungiert eine relationale Datenbank, welche alle zur Verfügung stehenden Informationen nach einem feature-basierten Produktdatenmodell strukturiert enthält. Um Teilprozesse möglichst weitgehend parallelisiert durchzuführen, werden bereits „unscharfe“ Teilinformationen in den Informationsfluß eingesteuert. Die hierzu notwendige Zerlegung der Basisdokumente, wie z.B. Zeichnung und Arbeitsplan, in kleine Informationseinheiten erhöht allerdings die Komplexität des Steuerungskonzeptes erheblich. *Gräßler* weist auf die Möglichkeit der Übertragung des Ansatzes auf beliebige der Konstruktion vor- oder nachgelagerte Bereiche hin. Dabei berücksichtigt er jedoch nicht, daß gerade vorgelagerte Bereiche keine Informationen liefern, welche anhand eines Produkt- oder Prozeßmodells strukturiert werden können. Die Unterstützung eines informellen Informationsaustausches erfolgt nur durch Nutzung von Systemen zur synchronen Kommunikation, wie z.B. Video-Conferencing. Eine kontextsensitive Beschaffung notwendiger Informationen ist nicht vorgesehen. In einer aufbauenden Arbeit erweitert *I. Gräßler* [GRÄ\_00] den Ansatz um Funktionen zum informations- und zeitbasierten Controlling. Anhand von prozeßbegleitend ermittelten Kennzahlen wird die Abweichung des Ist- vom Soll-Ablauf ermittelt, so daß die zugrundeliegende Planung an die tatsächlichen Gegebenheiten angepaßt werden kann. Eine Anpassung der Planungsgrundlage an die tatsächlichen Gegebenheiten wird aber nicht in Betracht gezogen.

Auf Basis der Internettechnologie beschreibt *Stritzke* [STR\_99] ein Plattform-unabhängiges Informations- und Kommunikationssystem für verteilt arbeitende Projektteams. Dabei wird besonderer Wert auf die Verknüpfung mit den unterschiedlichen EDV-Ressourcen eines Unternehmens gelegt. Die Anbindung wird durch die Erstellung von Benutzerschnittstellen auf Basis eines Web-Browsers erreicht. Das System dient nicht der Planung und Steuerung der Informationsflüsse, sondern lediglich als Medium zur Übertragung. Der Informationsaustausch ist daher informell und selbstorganisiert. Als Grundsatz wird jedoch eine Holschuld für die Informationsbeschaffung und eine Bringschuld für die Informationsbereitstellung formuliert. Die Strukturierung erfolgt zentral gemäß grob definierter Themenbereiche. Prinzipiell lassen sich mit diesem System die Informationsflüsse zwischen den Teammitgliedern verfolgen. Jedoch ist dies nur auf administrativer, aber nicht inhaltlicher Ebene möglich. Schlüsse für eine verbesserte Ablaufgestaltung können daraus nicht gezogen werden.

*Selinger* [SEL\_00] stellt ebenfalls die informelle Kommunikation in verteilten Unternehmen in den Mittelpunkt seiner Betrachtungen. Ausgehend von der Tatsache, daß bei verteilten Strukturen der unmittelbare Kontakt zwischen den Mitarbeitern verloren geht, entwickelt er ein System zur informellen Kommunikation. Dieses System bildet ein „virtuelles“ Unternehmen ab. In den Büroräumen des virtuellen Unternehmens kann sich der Anwender mit seinen Kollegen treffen oder auch Dokumente automatisiert verteilen. *Selinger* erkennt die Möglichkeit, durch Erfassung und Auswertung informeller Informationsflüsse eine verbesserte Organisation des Unternehmens zu erreichen, verfolgt diesen Aspekt aber nicht weiter.

Das System ESPRESSO [PAV\_01, NAS\_99] der *Fa. Pavone* ist ein Notes-basiertes Groupware-System, das Workflow- und Wissensmanagement in einer Anwendung verbindet. Die Workflow-Komponente unterstützt sowohl Standard- als auch Ad-hoc-Workflows. Allerdings ist die Definition der Abläufe manuell mit einem angebundenen Prozeßmodellierer vorzunehmen. Das prozeßorientierte Wissensmanagement bezieht sich auch hier lediglich auf die Sicherung von definierten Workflows. Eine Auswertung von Änderungen, die während der Laufzeit eines Workflows vorgenommen wurden, erfolgt nicht. Mit GroupOrga beschreibt *Ott* [OTT\_98] ein Rahmenwerk für die Groupware-unterstützte Unternehmensorganisation, das u.a. als Basis für ESPRESSO dienen kann. Kern von GroupOrga ist ein unternehmensweites Informationsmanagement-Modell, das die Beziehungen zwischen den Organisationseinheiten aufzeigt und damit eine Lenkung von Informationsflüssen ermöglicht.

Im Rahmen des Projektes „KnowWork“ entsteht derzeit an Universitäten Hannover und Bremen ein System zur kontextsensitiven Bereitstellung von Informationen in den Bereichen Technischer Vertrieb, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung [TÖN\_01]. Auf Basis lernender Klassifikationsverfahren werden Methoden zur hierarchischen, multi-kriteriellen Informationsverwaltung entwickelt. Ziel ist es, unter Verwendung eines DMS und eines WFMS den Informationsfluß in den genannten Bereichen aktiv zu steuern. Eine Differenzierung nach formellen und informellen Informationsflüssen wird dabei allerdings nicht vorgenommen.

### **3.5 Fazit**

Die Aufbereitung des Wissenstandes in Technik und Forschung hat gezeigt, daß es, gemessen an den in Kap. 2 formulierten Anforderungen, kein Informationssystem gibt, welches Kooperatives Produktengineering in geeigneter Weise unterstützen könnte. Bzgl. der angeführten Anforderungen ist im einzelnen folgendes zu konstatieren:

1. Die Forderung nach einer informationsflußorientierten Planung der Ablauf- und Aufbauorganisation kann bisher nur bezogen auf die Ablaufplanung erfüllt werden. Der Algorithmus von Steward bzw. Eppinger wird als geeignetes Mittel zur informationsflußoptimierten Reihenfolgebildung betrachtet. Allerdings fehlt das notwendige erweiterte Prozeßmodell, welches die strategische Geschäftsfeldplanung als Teil des KPE einschließt. Auch ist es mit den verfügbaren Methoden bisher nicht möglich, die Prozeßziele und Gegebenheiten auf flexible Weise in der Planung zu berücksichtigen.  
Eine entsprechende Zusammensetzung von Projektteams, welche sich an den informationellen Verknüpfungen der Teilprozesse orientiert, wird in keinem der untersuchten Ansätze/Systeme in adäquater Weise unterstützt.
2. Eine bedarfsgerechte informationstechnische Unterstützung des Engineeringprozesses ist insbesondere in den ersten Prozeßabschnitten bisher nicht gegeben. Hier erweist sich der große Anteil unstrukturiert vorliegender Daten und Informationen als Hemmnis für eine bedarfsgerechte Informationsbereitstellung im Engineeringprozeß. Die bestehenden Ansätze basieren fast ausschließlich auf zentral vorstrukturierten Datenbeständen. Gerade bei der Suche nach Dokumenten mit einem geringen Fokussierungs- und Organisationsgrad geht dadurch viel Zeit verloren. Eine den individuellen Bedürfnissen entsprechende Strukturierung wäre möglich, wurde allerdings bisher nicht in ein Gesamtsystem integriert.  
Ansätze zum Workflow-Management dienen zwar der Unterstützung formeller Informationsflüsse, analoge Funktionen für den informellen Informationsaustausch fehlen allerdings. Ad-hoc-Workflows sind für diesen Anwendungsfall zu unflexibel. Es ist insbesondere eine Hilfestellung zur Identifizierung informationell miteinander verknüpfter Prozeßpartner erforderlich.
3. Ein prozeßorientiertes Wissensmanagement ist derzeit nur in Ansätzen vorhanden. Die systematische Verfolgung und Auswertung von Informationsflüssen muß, wenn sie überhaupt stattfindet, manuell durchgeführt werden. Funktionalitäten zur automatischen Anpassung der Planungsgrundlage an Veränderungen fehlen bisher völlig.

## 4 Zielsetzung und Aufgabenstellung

Die schnelle Marktentwicklung erfordert sowohl eine strategische Positionierung des Unternehmens als auch eine strategisch begründete Vorgehensweise im Produktengineering. KPE ist ein umfassendes Organisationskonzept, das diesem Aspekt durch eine Einbindung der in das Produktengineering involvierten Bereiche in die Unternehmensplanung Rechnung trägt. Die Verknüpfung von Unternehmensplanung und Produktengineering basiert auf einem intensiven wechselseitigen Informationsaustausch im Rahmen eines umfassenden Engineeringprozesses. Angesichts der großen Mengen zu verarbeitender Informationen und der vernetzten Strukturen im Produktengineering ist eine Eingrenzung der Informationsflut durch Organisation der Informationsflüsse erforderlich. Dies gestaltet sich aber durch die überwiegend unstrukturiert vorliegenden Informationen problematisch. Aufgrund dessen gehen für die nicht wertschöpfenden Tätigkeiten der Informationssuche und -organisation viel Zeit und Ressourcen verloren. Hieraus leitet sich der Bedarf nach einem System zur gezielten Bereitstellung der im Engineeringprozeß tatsächlich benötigten Informationen ab.

Bisher wurde überwiegend versucht, dem Problem mit zentralistischen Ansätzen zu begegnen. Danach werden alle gemeinsam genutzten Informationen zentral gehalten und die Verantwortung zur Nutzung dieser Informationen dem Mitarbeiter selbst überlassen. Dadurch wird aber weder die Informationsmenge für den Einzelnen eingedämmt noch werden dessen individuelle, durch Aufgabe und Qualifikation induzierte Bedürfnisse in bezug auf Informationsart und -detaillierungsgrad berücksichtigt. Des Weiteren wird das Wissen über die Informationsflüsse bisher nicht zur allgemeinen Prozeßoptimierung und damit zur nachhaltigen Verbesserung des Informationsaustauschs im Unternehmen eingesetzt. Ein umfassendes Informationsmanagement, das die effiziente Versorgung aller relevanten Organisationseinheiten mit den benötigten Informationen zum Ziel hat, wurde bisher noch nicht realisiert.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Informationssystems, mit dem eine bedarfsgerechte Versorgung der in einen Engineeringprozeß involvierten Mitarbeiter gewährleistet werden kann. Hierbei steht die Bereitstellung und Verteilung von Informationen, die sich einer Organisation anhand von Produkt- oder Herstellprozeßstruktur entziehen, im Vordergrund der Betrachtung. Durch einen effizienteren Umgang mit der Ressource Information können erhebliche zeitliche Einsparungspotentiale erschlossen sowie eine kooperationsfördernde, unternehmensweite Kommunikation herbeigeführt werden. Das System soll eine sinnvolle Ergänzung der bestehenden I&K-Systemlandschaft und kein Ersatz für z.B. Produktdaten- und Dokumenten-Managementsysteme sein.

Schwerpunkt der Arbeit ist die Entwicklung der methodischen Grundlagen, welche für die Planung, Steuerung und das Monitoring von Informationsflüssen formellen als auch informellen Charakters erforderlich sind. Hierzu soll auf bereits bestehenden Ansätzen zur Planung von Informationsflüssen unter Berücksichtigung von Abhängigkeiten im Engineeringprozeß aufgebaut werden. Dabei muß Wert auf ein Höchstmaß an Flexibilität gelegt werden, um bei vertretbarem Aufwand die Änderungen bzgl. der unternehmerischen Zielstellungen und Rahmenbedingungen in der Planung der Informationsabläufe nachvollziehen zu können. Kooperation im Produktengineering ist aber nicht ausschließlich eine Frage der informationstechnischen Verknüpfung, sondern auch abhängig von einer geeigneten Besetzung des Projektteams. Hierfür ist ein analytisches Verfahren zu entwerfen, das Anhaltspunkte zur effektiven Teambesetzung liefert.

Kreative Freiräume im Produktengineering dürfen nicht dazu führen, daß das eigentliche Ziel, möglichst effizient erfolgreiche Produkte zu entwickeln und diese herzustellen, aus den Augen verloren wird. Dazu sind die Informationsflüsse im Sinne formeller Abläufe zu steuern und zu überwachen. Hierzu bieten sich die teilweise bereits eingesetzten Vorgangsteuerungssysteme (WFMS) als Hilfsmittel an. Darüber hinaus ist durch entsprechende Systemfunktionen der Bedeutung informeller Informationsstrukturen Rechnung zu tragen. Entscheidend ist dabei, daß der Informationsbedarf erkannt und durch Identifizierung geeigneter Informationsquellen befriedigt wird. Selbstlernende Systeme sollen zur Abbildung dieses Informationsbedarfs herangezogen werden.

Durch die Steuerungsfunktionen wird eine verbesserte Informationsbereitstellung im Engineeringprozeß bewirkt. Dieses Wissen gilt es prozeßübergreifend einzusetzen. Dazu ist ein Monitoring der Informationsflüsse erforderlich, um aus den Veränderungen gegenüber den geplanten Abläufen auf neue informationelle Beziehungen zu schließen und um diese im Prozeßmodell abzubilden.

Zur Verifizierung der prototypisch umgesetzten Systemkomponenten erfolgt deren Einsatz in zwei Unternehmen der Maschinenbaubranche. Damit ist der Einsatz aber nicht auf diese Branche beschränkt. Prinzipiell ist eine Übertragung auch auf andere Branchen möglich, jedoch erfordert diese eine vorherige Anpassung des den Planungsfunktionen zugrunde liegenden Prozeßmodells.

## 5 Methodische Grundlagen des Informationssystems

Gemäß der in Kap. 4 formulierten Aufgabenstellung wird im folgenden ein Ansatz für ein Informationssystem, welches das Kooperative Produktengineering in besonderer Weise unterstützt, entwickelt. Ziel ist es, mit Hilfe des Systems die Informationsflüsse im Produktengineering so bedarfsgerecht wie möglich zu gestalten und daraus Rückschlüsse für die Organisation nachfolgender Engineeringprozesse zu ziehen. Letzteres setzt allerdings voraus, daß sich die informationstechnische Unterstützung sowohl auf die formellen als auch auf die informellen Informationsflüsse im Engineeringprozeß bezieht. Damit unterscheidet sich dieser Ansatz von allen im Stand des Wissens vorgestellten Vorarbeiten.

Zunächst erfolgt eine Darstellung des Gesamtansatzes (Abs. 5.1) und daran anschließend eine detaillierte Beschreibung der methodischen Grundlagen (Abs. 5.2 - 5.4), welche in den einzelnen Komponenten des Informationssystems Anwendung finden.

### 5.1 Darstellung des Gesamtansatzes

Der dem Informationssystem zugrunde liegende Ansatz sieht komplementäre Funktionskomponenten zur Unterstützung der formellen und informellen Informationsflüsse sowie zum prozeßbezogenen Wissensmanagement vor.

Bild 5-1 gibt einen Überblick über die drei Komponenten des Informationssystems und den darin zusammengefaßten Funktionalitäten.

Formelle Informationsflüsse erfolgen geplant, also einem vorausgedachten Ablauf folgend. Daher ist es zunächst erforderlich, diesen im Rahmen der durch den Determinierungsgrad von Engineeringprozessen begrenzten Möglichkeiten im voraus zu bestimmen. Die Planungskomponente beinhaltet demzufolge Funktionen zur **Planung** von Engineeringprozessen.

Da im Produktengineering nahezu ausschließlich mit Daten und Informationen gearbeitet wird [AIK\_94], entspricht die Planung der formellen Informationsflüsse der Ablaufplanung für den Engineeringprozeß. Grundlage dieser Planung ist ein Referenzmodell für Engineeringprozesse, welches die Bereiche Strategische Geschäftsfeldplanung sowie Produkt- und Prozeßentwicklung umfaßt und integrativ betrachtet. Dieses Modell ist eine idealtypische Abbildung der Realität und enthält alle Teilprozesse, welche üblicherweise im Zuge eines Engineeringprozesses durchzuführen sind, sowie ihre informationellen Vernetzungen. Abhängigkeiten von Informationen ergeben sich durch deren Übergabe zwischen Teilprozessen als Ausgangs- bzw. Eingangsgrößen. Diese Abhängigkeiten bestimmen die Reihenfolge der Prozeßbearbeitung sowie den dabei möglichen Parallelisierungsgrad.

Das Referenzmodell entspricht einem Maximalkatalog, der nicht immer in vollem Umfang zur Anwendung kommt. Vielmehr sind anhand der Prozeßziele und Ausgangsbedingungen unternehmens- und fallspezifische Teilmodelle abzuleiten. Die Planungskomponente bietet hierfür Funktionalitäten, welche eine einfache Übertragung und Anpassung des Referenzmodells auf die unternehmensspezifischen Bedingungen erlauben und unterstützt die flexible Auswahl der zur Zielerreichung notwendigen Teilprozesse. Damit weist die Planungskomponente einen hohen Flexibilitätsgrad auf. Diese Flexibilität wird insbesondere bei Entwicklungsvorhaben benötigt, die umfangreich, neuartig und komplex sind sowie unter Einbeziehung einer Vielzahl von Stellen und Organisationseinheiten durchgeführt werden müssen. Solche Entwicklungsvorhaben werden in der betrieblichen Praxis zumeist im organisatorischen Rahmen von Projekten, die geplant und gesteuert werden müssen, abgewickelt [PIS\_86]. Das Ergebnis der Ablaufplanung ist daher ein Projektablaufplan, welcher die zur Lösung einer Entwicklungsaufgabe notwendigen Teilprozesse in sachlogischer Folge darstellt.

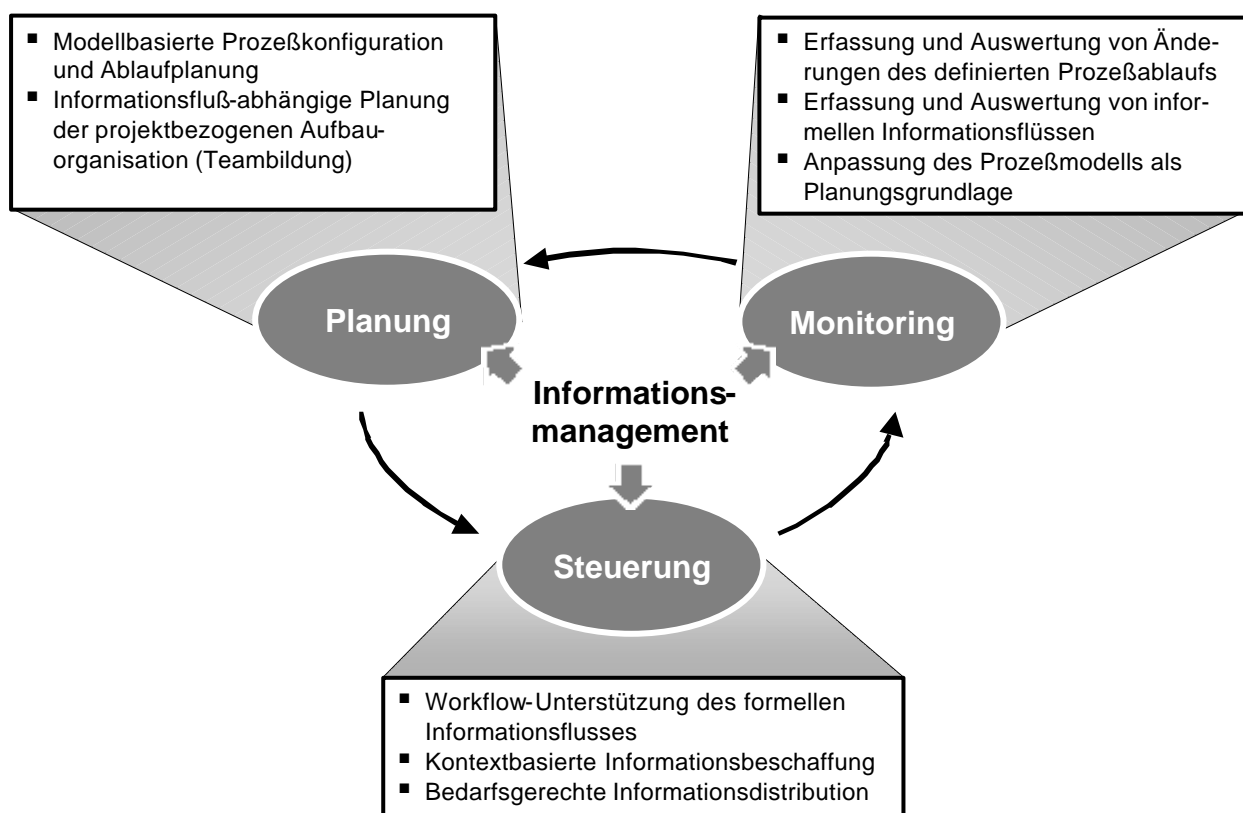


Bild 5-1: Funktionskomponenten des Informationssystems

Es ist nicht sinnvoll, die Ablaufplanung von der Planung der Aufbauorganisation zu trennen [SPU\_94]. Während die Ablauforganisation den formellen Informationsfluß bestimmt, kann durch eine geeignete Teambesetzung der informelle Informationsaustausch begünstigt werden. Von den bereits zuvor betrachteten Abhängigkeiten ausgehend, wird eine Planung

geeigneter Teambesetzungen durchgeführt. Die Minimierung von Schnittstellen im Informationsfluß wird hierzu als Direktive herangezogen.

Die flexible, systemgestützte Planung der Ablauf- als auch der Aufbauorganisation schafft die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Einsatz von Workflow-Managementsystemen zur **Steuerung** von formellen Informationsflüssen. Durch eine Kopplung der Planungskomponente mit dem WFMS können anfänglich nur grob und unvollständig geplante Abläufe sukzessive detailliert und fortgeschrieben werden. Die Planung kann sich dabei am Projektfortschritt orientieren und muß nicht mehr vollständig im voraus erfolgen.

Während der formelle Informationsfluß in einem Plan abgebildet und entsprechend gesteuert werden kann, ist dies für den informellen Informationsaustausch nicht möglich. Informelle Informationsflüsse resultieren aus Informationsbedürfnissen, welche nicht im voraus zu erkennen sind bzw. nicht erkannt werden. Ein Informationsbedarf kann bei einem Mitarbeiter einerseits bewußt entstehen, wenn die zur Bearbeitung einer Aufgabe notwendigen Informationen nicht im erforderlichen Umfang zur Verfügung stehen. Andererseits kann ein Informationsbedarf auch unbewußt entstehen. Dies geschieht, wenn an einer anderen Stelle im Unternehmen Informationen erzeugt werden, welche die Arbeit des Mitarbeiters beeinflussen würde, sofern er davon Kenntnis hätte. Zur Deckung eines unbewußt entstandenen Informationsbedarfs muß die Informationsquelle die Informationsbedürfnisse der anderen Mitarbeiter kennen. Die Befriedigung situativ entstandener Informationsbedürfnisse zieht informelle Informationsflüsse nach sich, welche durch entsprechende Funktionen des Informationssystems unterstützt und gesteuert werden.

Bei der Suche nach Informationen muß zwischen strukturiert und unstrukturiert vorliegenden Informationen unterschieden werden. Während strukturierte Informationen aufgrund transparenter Archivierungsstrukturen, wie z.B. in einer relationalen Datenbank, vergleichsweise einfach zugänglich sind, gilt dies für die großen Mengen unstrukturiert vorliegender Informationen nicht. Die Suche nach diesen Informationen ist sehr aufwendig und führt zu dem in mehreren Studien ermittelten hohen Anteil nicht-wertschöpfender Tätigkeiten von bis zu 50% [TÖN\_01, HeP\_00, KOU\_95]. Daher bezieht sich der in der vorliegenden Arbeit verfolgte Ansatz allein auf den Umgang mit unstrukturierten Informationen.

Die Beschaffung fehlender Informationen muß möglichst fokussiert und automatisiert erfolgen. Der Fokus ergibt sich durch den Kontext der unmittelbar zu beantwortenden Fragestellung. Zur automatisierten Informationsbeschaffung sind in das Informationssystem assoziative Suchfunktionen integriert, welche in Fließtext formulierte Anfragen inhaltlich



auswerten und entsprechende Dokumente in der Datenbasis auffinden. Die Befriedigung bewußt entstandenen Informationsbedarfs folgt damit dem Pull-Prinzip.

Zur Befriedigung unbewußt entstandenen Informationsbedarfs kommt das Push-Prinzip zur Anwendung. Voraussetzung hierfür ist der Aufbau individueller Informationsprofile. Diese Profile spiegeln die individuellen Sichten auf eine gemeinsame Datenbasis im Unternehmen wider. Das Profil entsteht durch eine Einordnung der verfügbaren Dokumente in Klassen des eigenen Informationsbedarfs unter Nutzung eines in Abs. 3.2.3.2 beschriebenen selbstlernenden Systems. Die personenbezogene Relevanz einer Information wird durch einen inhaltlichen Abgleich des aktuell vorliegenden Dokumentes mit den Inhalten der individuell gebildeten Informationsklassen ermittelt. Bei einer hohen Übereinstimmung wird der jeweilige Mitarbeiter als potentieller Informationsempfänger identifiziert und in einen informellen Informationsfluß eingebunden.

Informelle Informationsflüsse sind wichtige Indikatoren für Abhängigkeiten zwischen Stellen und Teilprozessen in Unternehmen. Sofern Informationsflüsse wiederholt in gleicher Weise ablaufen, kann daraus auf eine unzureichende Planungsgrundlage geschlossen werden. In diesem Fall ist eine bisher nicht enthaltene Abhängigkeit im Prozeßmodell nachzuführen. Im Gegensatz dazu führen informationelle Abhängigkeiten im Prozeßmodell, welche aufgrund veränderter Rahmenbedingungen nicht mehr der Realität entsprechen, zu unnötigen formellen Informationsflüssen. Bei Anwendung eines WFMS werden in diesem Fall ad-hoc Anpassungen des geplanten Workflows vorgenommen. Können wiederholt gleichartige Veränderungen geplanter Abläufe festgestellt werden, so sind die nicht mehr aktuellen informationellen Abhängigkeiten aus dem Prozeßmodell zu entfernen. Durch ein solches **Monitoring** wird ein prozeßorientiertes Wissensmanagement etabliert, welches über die Archivierung fallspezifischer Vorgehensweisen hinausgeht.

## 5.2 Komponente I: Planung

In Kap. 2 ist die Notwendigkeit einer mit Blick auf den Informationsfluß optimierten Planung der Ablauf- und Aufbauorganisation für den Engineeringprozeß festgestellt worden. Da im Engineeringprozeß fast ausschließlich Informationen verarbeitet und erzeugt werden, steht hinter dieser Feststellung nichts anderes als die weithin bekannte Forderung nach einer prozeßorientierten Organisation im Entwicklungsprojekt. Im Gegensatz zu stark repetitiven Geschäftsprozessen, wie z.B. der Rechnungsstellung oder der Materialbeschaffung, werden Engineeringprozesse unter wechselnden Zielstellungen und Rahmenbedingungen durchgeführt. Die Konzeption eines neuen Produktes oder die Konzentration der Herstellung mehrerer Produkte an einem Standort sind hierfür Beispiele. Aus Effizienzgründen

müssen Ziele und Rahmenbedingungen von vornherein in die Planung einfließen, da sie den Umfang der notwendigerweise durchzuführenden Arbeitsschritte bestimmen.

Zum Zeitpunkt der Planung eines Engineeringprozesses bieten sich für eine prozeßorientierte Organisation zwei Ansatzpunkte. Zum einen ist dies die Gestaltung der Ablauforganisation mit dem Ziel eines formellen Informationsflusses möglichst ohne Liege- und Wartezeiten. Zum anderen ist dies die Gestaltung der projektspezifischen Aufbauorganisation, so daß Schnittstellen im formellen Informationsfluß vermieden, informeller Informationsaustausch begünstigt und personelle Ressourcen möglichst effizient eingesetzt werden.

Bild 5-2 zeigt schematisch die Bestandteile und Funktionen der Planungskomponente. Unter Berücksichtigung der Projektziele und -randbedingungen werden aus einem Prozeßmodell manuell die Teilprozesse ausgewählt, die zur Zielerreichung notwendig sind, und diesen bearbeitende Organisationseinheiten zugewiesen. Aus diesen Eingangsgrößen werden der Engineeringprozess sowie geeignete Projektteams gebildet und daraus ein projektspezifischer Workflow erzeugt.

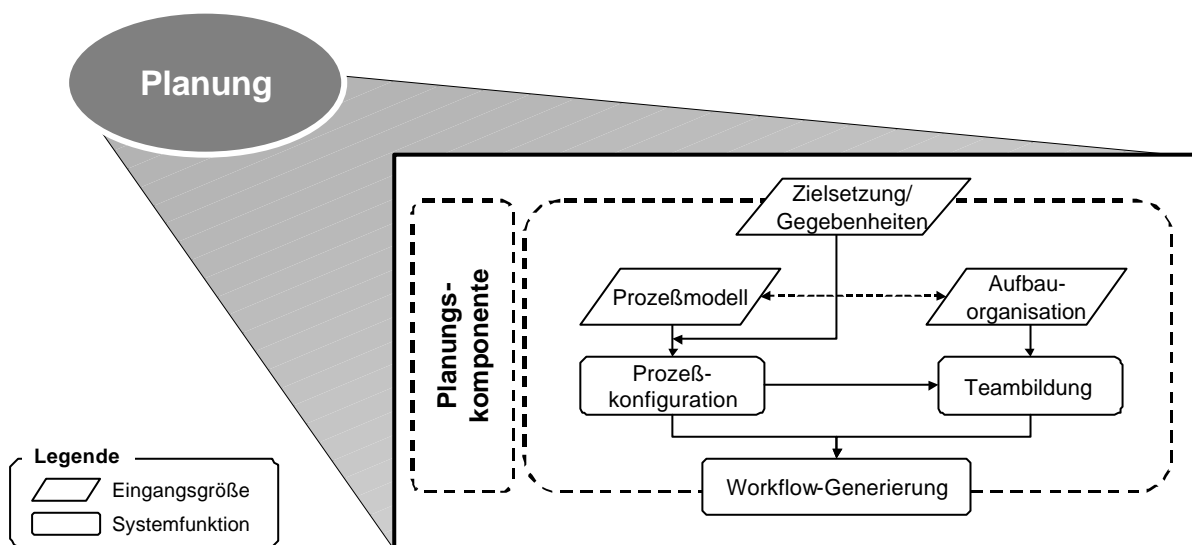


Bild 5-2: Bestandteile und Funktionen der Planungskomponente

Im folgenden werden entsprechend zielführende Ansätze für diese Gestaltungsaspekte, welche in der Planungskomponente zusammengeführt werden sollen, vorgestellt.

### 5.2.1 Ablaufplanung als Informationsflußoptimierung

Zur Planung eines Prozeßablaufes ist es erforderlich, die zur Erreichung des Projektzieles notwendigen Schritte zu identifizieren. Wie die in Kap. 3 vorgestellten Methoden zur Ablaufplanung verdeutlichen, ist es trotz des produktspezifischen Charakters von Engineeringprozessen wenig sinnvoll, diese jedesmal vollständig neu zu planen. Um den Vorgang

der Ablaufplanung möglichst effizient zu gestalten und eine Systemunterstützung zu ermöglichen, wird vielmehr eine bis zu einem gewissen Grad allgemeingültige Prozeßvorlage in Form eines Referenzprozesses benötigt. Von dieser Vorlage lassen sich dann fallspezifische Ablaufmodelle ableiten.

### 5.2.1.1 Referenzprozeß des Kooperativen Produktengineering

Ein Referenzprozeß ist ein branchenspezifisches Modell, welches einen oder mehrere Kernprozesse eines Unternehmens abbildet. Die vorliegende Arbeit fokussiert auf Unternehmen des Maschinenbaus. Daher muß der Referenzprozeß, um einen praktischen Nutzen zu haben, den im Produktengineering von Unternehmen des Maschinenbaus relevanten Prozeßumfang möglichst vollständig umfassen und die Teilprozesse miteinander vernetzen. Des weiteren muß nach *Hars* (in [KLA\_99]) der Referenzprozeß auch ohne fallspezifische Anpassungen anwendbar, d.h. also auf einem praktisch einsetzbaren Detaillierungsgrad definiert sein. Das zum KPE vorliegende Modell (siehe Abs. 3.1.1) weist diesen Detaillierungsgrad jedoch noch nicht auf. Es soll daher als Ausgangspunkt für die Modellierung eines geeigneten Referenzprozesses dienen.

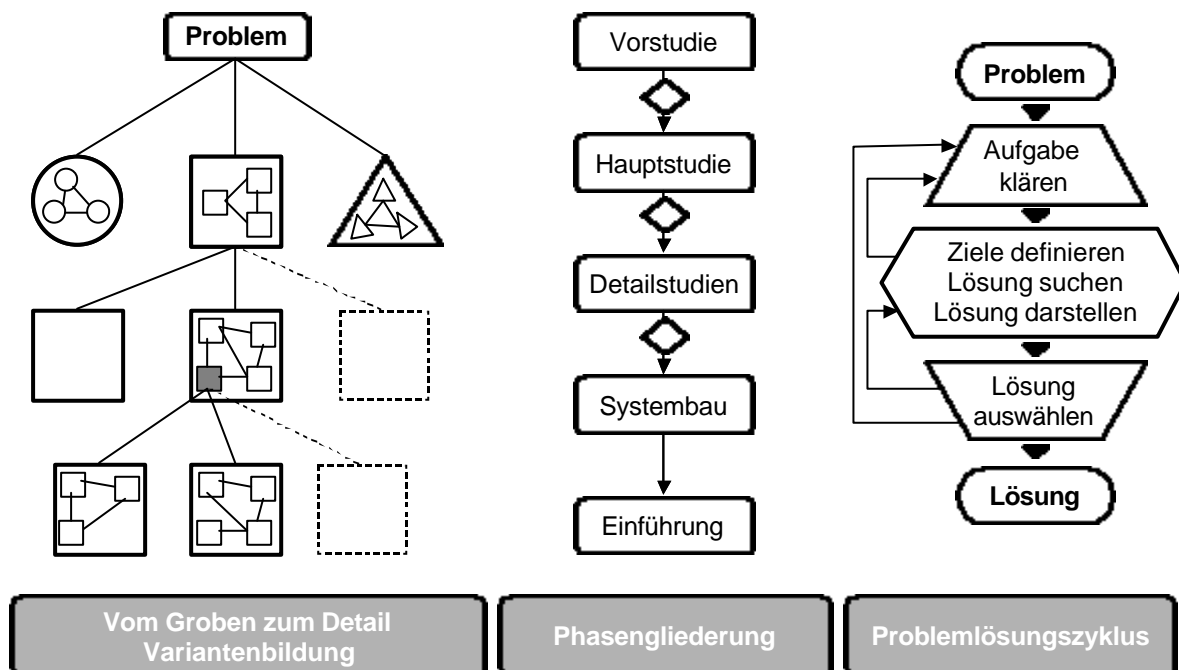


Bild 5-3: Grundprinzipien der Systemtechnik (in Anlehnung an [HAB\_99] und [EHR\_95])

Die Entwicklung eines Referenzprozesses für das Kooperative Produktengineering wird in erheblichem Maß durch die große Anzahl der zu berücksichtigenden Teilprozesse und deren starke Vernetzung bestimmt. Letztlich dienen diese Funktionen in ihrer Summe aber immer der Lösung von Entwicklungsproblemen. Da die Lösung komplexer Probleme eine

Domäne der Systemtechnik ist, soll diese zur Strukturierung des Referenzprozesses herangezogen werden.

In der Systemtechnik werden komplexe Erscheinungen als Systeme aufgefaßt. Zur Analyse und Strukturierung der inneren und äußeren Zusammenhänge in Systemen sind, dem Konzept der Systemtechnik zufolge, die in Bild 5-3 dargestellten Grundprinzipien zu beachten.

Die Umsetzung des Prinzips „Vom Groben zum Detail“ im Referenzprozeß kann durch eine hierarchische Staffelung der Teilprozesse erreicht werden (Bild 5-4). Dabei ist die oberste Ebene durch die Benennung der betrachteten Teilbereiche des Produkt-engineering (Strategische Geschäftsfeldplanung, Produkt- und Prozeßentwicklung) bestimmt. Aufgrund des ungenügenden Detaillierungsgrades ist diese Abstraktionsebene allerdings für eine sinnvolle Ablaufplanung ungeeignet. Daher ist es erforderlich, den Detaillierungsgrad weiter zu erhöhen. Die untere Grenze für die Detaillierung wird dabei durch den angestrebten Grad der Arbeitsteilung sowie dem Determinierungsgrad des Engineeringprozesses bestimmt [SPU\_94].

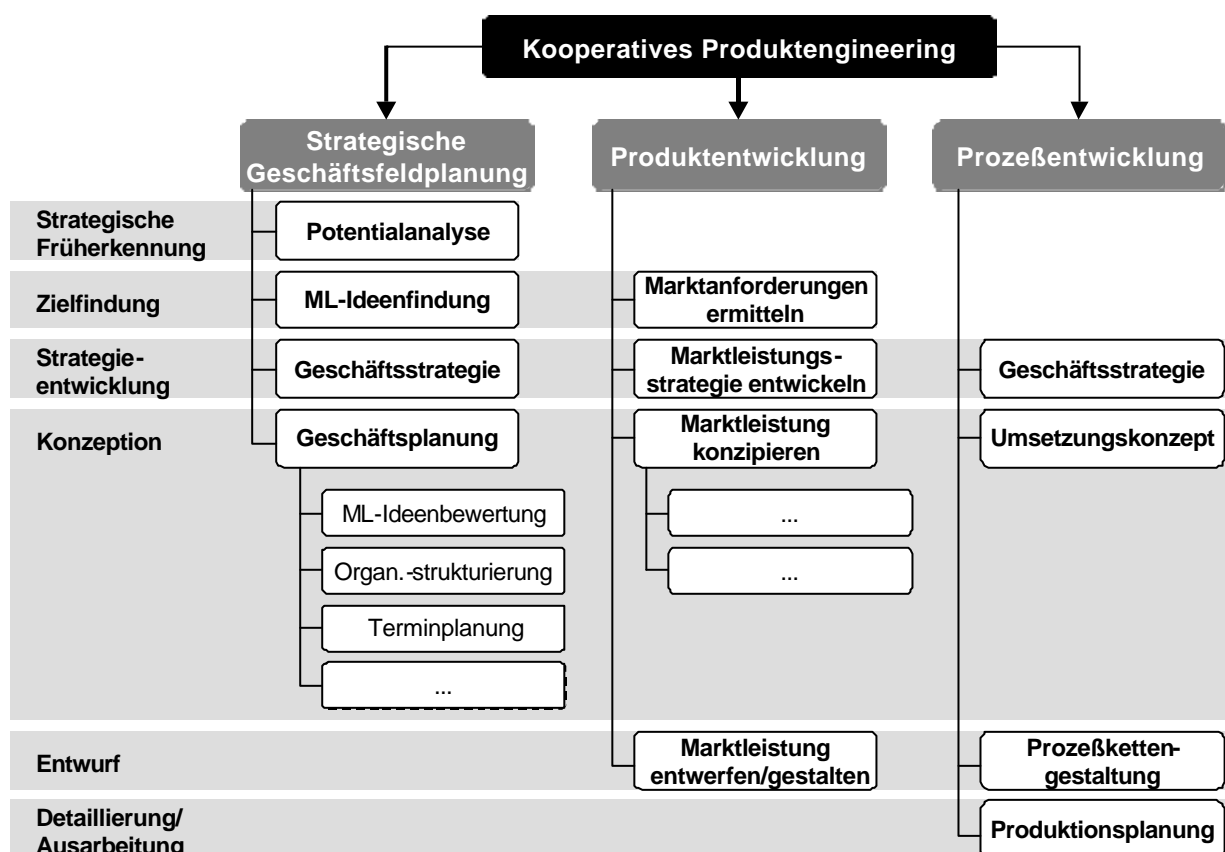


Bild 5-4: Hierarchische Staffelung im Referenzprozeß

Ein Referenzprozeß stellt eine Zusammenfassung und Vernetzung aller zur Bewältigung im jeweiligen Funktionsbereich notwendigen Teilfunktionen dar. Da die Ableitung von fallspe-

zifischen Abläufen als das Ziel eines Referenzprozesses betrachtet werden kann, ist die Anwendung des Prinzips „Denken in Varianten“ systemimmanent.

Eine a priori „Gliederung des Referenzprozesses in Phasen“ läßt sich nur auf abstrakter Ebene vornehmen, da die Phasenorganisation vom gewünschten Ergebnis, also dem Prozeßziel, abhängt [PIS\_86]. Da dieses in die fallspezifische Planung einfließen soll, ist eine anschließende Gliederung des abgeleiteten Ablaufplanes möglich. Eine zeitliche Segmentierung ergibt sich durch die zur Durchführung der einzelnen Teilprozesse einer Phase benötigte Zeit.

Um eine möglichst durchgängige Verankerung des „Problemlösungszyklus“ im Referenzprozeß zu erreichen, müssen die einzelnen Modellebenen ihrerseits jeweils als ein Problemlösungszyklus gestaltet sein. Es ist allerdings zu berücksichtigen, daß dies, wie in Bild 5-5 dargestellt, nur innerhalb einer Phase sinnvoll möglich ist. Da der Problemlösungszyklus einer Mikro-Logik entspricht, muß er der Makro-Logik der Phasengliederung untergeordnet werden. Durch die Gestaltung der Phasen als in sich geschlossene Problemlösungszyklen resultieren auch nach Ableitung von Teilmodellen systematische und in Bezug auf den Problemlösungszyklus vollständige Abläufe.

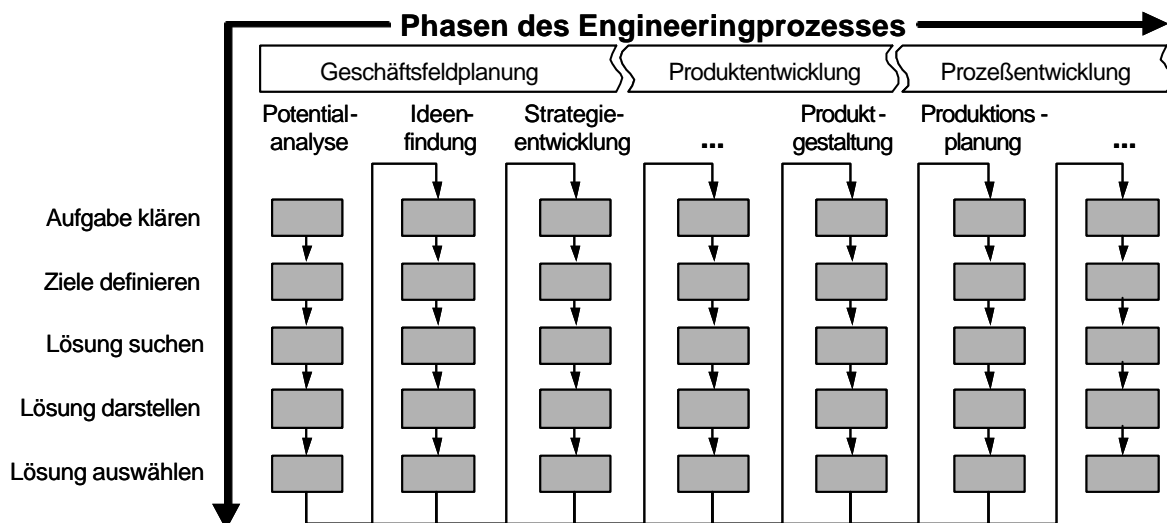


Bild 5-5: Integration des Problemlösungszyklus auf die Ebenen des Referenzmodellprozesses

Besonders wichtig für die ablauforganisatorische Gestaltung ist die Vernetzung der Teilprozesse auf Basis der informationellen Abhängigkeiten. Durch die Einbindung der Teilprozesse in Mikro-Zyklen zur Problemlösung werden unmittelbare Abhängigkeiten direkt abgebildet. Eine Vernetzung der Problemlösungszyklen ergibt sich über ihre Integration in die Makro-Logik der Phasengliederung. Dabei ist zu beachten, daß die Phasengliederung mit Blick auf die angestrebten Prozeßergebnisse erfolgen muß

[PIS\_86]. Demzufolge müssen die Problemlösungszyklen über ihre jeweiligen Eingangs- und Ausgangsgrößen miteinander verbunden werden.

Die Entwicklung des Referenzprozesses erfolgt unter Berücksichtigung der zuvor genannten Gesichtspunkte. Dabei werden bestehende, in der Praxis verbreitete bereichsbezogene Ablaufmodelle analysiert, gegeneinander abgeglichen und in einem gemeinsamen Ablauf, dem Referenzprozeß, zusammengeführt. Als Grundlagen werden die Modelle zur Strategischen Geschäftsfeldplanung von *Kreikebaum* [KRE\_87] und *Hinterhuber* [HIN\_96], zur Produktentwicklung von *Pahl* und *Beitz* [PaB\_93] sowie zur Prozeßentwicklung von *Spur* [SPU94] und *Wiendahl* [WIE\_97] herangezogen. Des weiteren wird als ein Ansatz zur Verbindung der bereichsbezogenen Modelle der Ablauf zur Innovationsplanung von *Kläger* [KLÄ\_93] in die Untersuchung einbezogen.

Die Verknüpfung dieser Modelle führt zu einem sehr umfangreichen Referenzprozeß. Daher wird im Anhang (Bild 8-1) nur die oberste Ebene in Form eines SADT-Diagramms (Structured Analysis and Design Technique) beispielhaft dargestellt. Die in diesem Diagramm enthaltenen Informationsflüsse geben bereits eine gute Vorstellung von der Vielfältigkeit, der im Produktengineering zu verarbeitenden und auszutauschenden Informationen.

#### 5.2.1.2 Ableitung unternehmens- und fallspezifischer Teilmodelle

Die Allgemeingültigkeit des Referenzprozesses für eine Branche ermöglicht seine Übertragbarkeit auf unterschiedliche Unternehmen. Aufgrund spezifischer Unternehmensphilosophien sowie Markt- und Produktspektren ist der Grad der Allgemeingültigkeit allerdings begrenzt. Daher müssen zur Implementation des Referenzprozesses entweder die Verhältnisse im Unternehmen an den Referenzprozeß oder umgekehrt dieser an die Verhältnisse im Unternehmen angepaßt werden. Bei Anwendung der ersten Einführungsstrategie können die im Referenzprozeß enthaltenen „Best practise“-Vorgehensweisen auf das eigene Unternehmen übertragen und so Rationalisierungspotentiale durch ein Business Process Reengineering (vgl. Abs. 3.3.1.2) erschlossen werden. Allerdings kann bei unkritischer Vorgehensweise wertvolles Prozeßwissen, welches sich in entsprechend gestalteten Abläufen widerspiegelt, verloren gehen. Dieser Nachteil wird vermieden, wenn der Referenzprozeß den unternehmensspezifischen Abläufen angepaßt wird. Hierbei besteht allerdings die Gefahr, daß wichtige Beziehungen zwischen Teilprozessen getrennt und dadurch die Qualität der Prozeßgestaltung vermindert wird.

Um die Vorteile zu nutzen und gleichzeitig die Nachteile zu minimieren, werden beide Implementationsstrategien durch eine Schichten-Technik miteinander kombiniert. Dies

steht im Gegensatz zu den bisherigen Ansätzen, welche ausschließlich einer der zuvor geschilderten Vorgehensweise folgen.

Dem hier verfolgten Ansatz zufolge werden sowohl der Referenzprozeß als auch der unternehmensspezifische Engineeringprozeß als Schichten betrachtet, welche gedanklich übereinander gelegt und dadurch einfach abgeglichen werden können. In Bild 5-6 ist die Vorgehensweise zum Abgleich schematisch dargestellt. Zunächst sind der bisher in einem Unternehmen verfolgte (unternehmensspezifische) Engineeringprozeß dem (unternehmensneutralen) Referenzprozeß gegenüberzustellen. Durch Zuordnung der Teilprozesse des Unternehmensprozesses zu den inhaltlich vergleichbaren Teilprozessen des Referenzprozesses werden Ankerpunkte für den nachfolgenden automatisierten Abgleich definiert. Ziel des Abgleichs ist es, einerseits alle erforderlichen Teilprozesse festzulegen und andererseits die informationellen Beziehungen zwischen den ausgewählten Teilprozessen aus Unternehmens- und Referenzprozeß zu extrahieren. Das Ergebnis des Abgleichs ist ein unternehmensspezifischer Referenzprozeß, der dann als Grundlage für weitere Prozeßplanungen dienen soll. Der Algorithmus zur Schichtentechnik ist in Form zweier Nassi-Shneiderman-Diagramme, einer in der Informatik verbreiteten Darstellungsform, im Anhang (Bild 8-2, Bild 8-3) dargestellt.

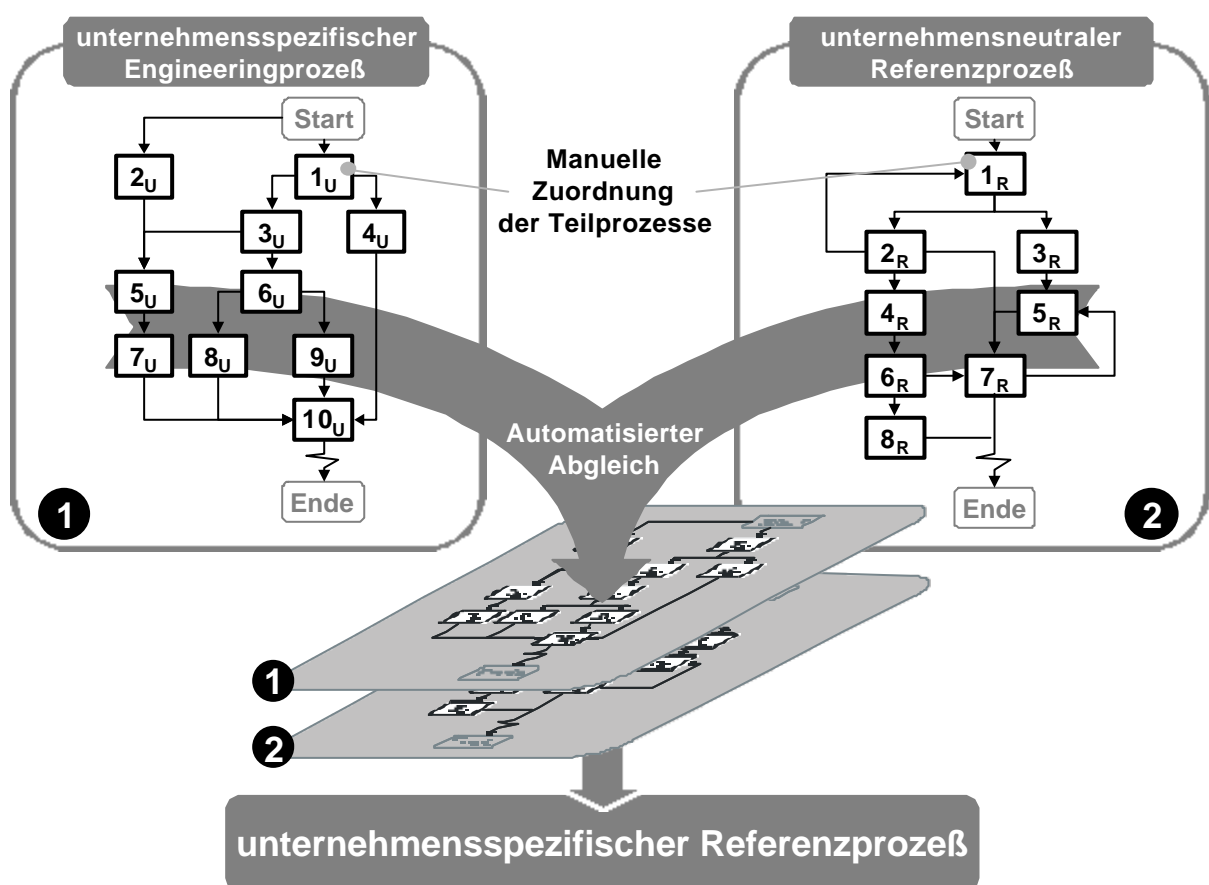


Bild 5-6: Schichten-Technik zum Abgleich zwischen Unternehmens- und Referenzprozeß

Durch Anwendung der Schichtentechnik kann dem in der betrieblichen Praxis häufig zu verzeichnenden Problem, daß zwar die Teilprozesse, aber nicht deren Abhängigkeiten im Detail bekannt sind, begegnet werden. Letztlich wird es damit möglich, den bisher durch ein Unternehmen verfolgten Ablauf anhand der im Referenzprozeß enthaltenen Beziehungen zu überprüfen und ggf. Ergänzungen und Anpassungen vorzunehmen.

Die eigentliche Reihenfolgebildung erfolgt auf Basis des aus dem Abgleich resultierenden unternehmensspezifischen Referenzprozesses. Auf diese Weise wird sowohl das in der Vergangenheit gesammelte Prozeßwissen bewahrt als auch eine Überprüfung hinsichtlich bisher in der Planung nicht berücksichtigter Prozeßinterdependenzen vorgenommen. Gleichzeitig wird durch die Verwendung der im Unternehmen bekannten Teilprozeßbenennungen ein hoher Wiedererkennungsgrad erreicht. Dies erleichtert den Umgang sowohl mit dem System selbst als auch mit dem damit erzielten Planungsergebnis. Nach Aussagen von *Dillon* und *Morris* [DiM\_96] sind dies bedeutende Faktoren, welche die Akzeptanz von Informationssystemen durch den Anwender bestimmen.

Der Abgleich mit dem unternehmensspezifischen Ablaufmodell dient aber lediglich der Instanziierung des Referenzprozesses für ein Unternehmen. Darüber hinaus sind fallspezifische Teilmodelle zu bilden. Sie stellen eine Auswahl der zur Zielerreichung notwendigen Teilprozesse unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen dar. So ist z.B. der Teilprozeß „Investitionsplanung“ dann nicht auszuwählen, wenn keine Investitionen geplant werden müssen oder ein solcher Plan bereits vorliegt und damit als Eingangsinformation in die Prozeßdurchführung einbezogen werden kann.

### 5.2.1.3 Informationsflußorientierte Reihenfolgebildung

Die im Zuge der Entwicklung des Referenzprozesses durchgeführte Untersuchung der informationellen Abhängigkeiten hat deutlich gezeigt, daß diese nicht ausschließlich in Richtung des Prozeßendes bestehen. Vielmehr sind auch rekursive Abhängigkeiten, also in Richtung vorgelagerter Teilprozesse, zu verzeichnen. Hieraus resultieren in der Praxis Schleifen, in deren Verlauf bereits einmal durchgeführte Teilprozesse auf Basis nachträglich erlangter Informationen erneut durchgeführt werden. Beispielsweise muß das Funktionsmodell überarbeitet werden, wenn sich die für eine Teilfunktion verfügbaren Lösungen nicht in das Gesamtkonzept integrieren lassen. Derartige Abhängigkeiten von Teilprozessen sind bereits im Vorfeld zu erkennen und können daher in der Ablaufplanung berücksichtigt werden.

Neben diesen vorhersehbaren Abhängigkeiten können auch Änderungen der äußeren Rahmenbedingungen zu einer neuen Informations- und damit Arbeitsgrundlage für das Engineering führen. So muß bei signifikanten Änderungen im Zielmarkt, wie bspw. durch



Veränderungen der Zollbedingungen für asiatische Staaten bedingt, eine Überprüfung der bisher prognostizierten Produktionsmengen erfolgen. Hieraus resultieren ebenfalls Schleifen im Engineeringprozeß. Sie sind jedoch nicht mit ausreichender Sicherheit vorhersehbar, so daß sie nicht in der Ablaufplanung berücksichtigt werden können.

Ziel der Ablaufplanung muß es sein, die Durchführung der Teilprozesse so weit wie möglich zu parallelisieren und Schleifen so eng wie möglich zu gestalten. Dabei sind die sachlogischen Zusammenhänge, welche sich aus den informationellen Abhängigkeiten der Teilprozesse ergeben, zu berücksichtigen.

Neben der sequentiellen Bearbeitung unterscheidet *Krishnan* [KRI\_97] zwei Arten der parallelen Bearbeitung, welche sich anhand des Abhängigkeitsgrads der zu parallelisierenden Teilprozesse differenzieren lassen (Bild 5-7). Zum einen ist dies die einfache Parallelisierung voneinander unabhängiger Teilprozesse. Da zwischen diesen Prozessen keine Informationen ausgetauscht werden, kann die Prozeßführung beliebig parallel verlaufen. Prozesse diesen Typs finden sich zumeist in den frühen Phasen des Engineeringprozesses, in denen überwiegend Informationen zusammengetragen werden. Hierzu zählen z.B. die Erstellung von Umfeldszenarien oder die Analyse der eigenen technologischen Fähigkeiten. Zum anderen unterscheidet *Krishnan* Prozesse, die voneinander abhängig sind, aber durch frühzeitige Weitergabe von Zwischenergebnissen teilweise überlappt durchgeführt werden können.

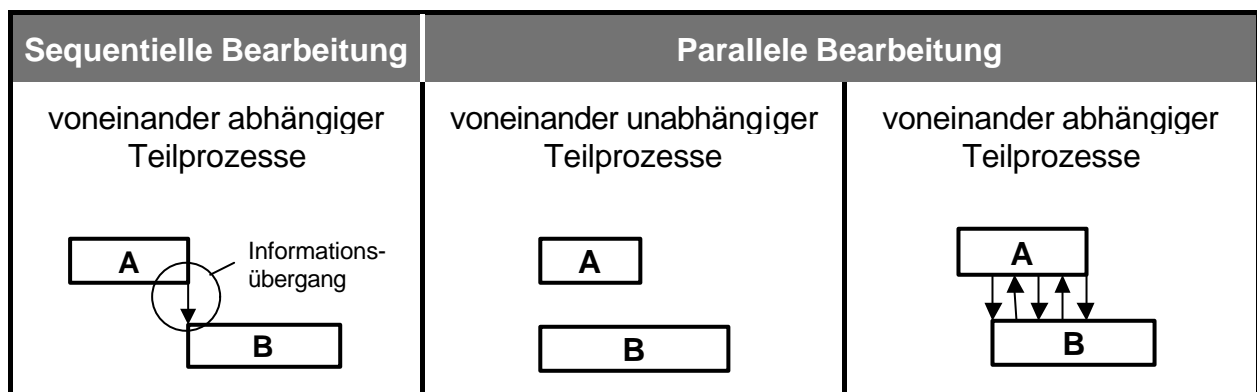


Bild 5-7: Optionen zur Abarbeitung voneinander abhängiger und unabhängiger Teilprozesse

Es bestehen mehrere Möglichkeiten, um die unterschiedlichen Arten der Parallelisierung in der Planung zu berücksichtigen (Bild 5-8). Erstens kann dies durch Zerlegung der Prozeßergebnisse in kleine Informationseinheiten, welche bereits vor Prozeßabschluß an den nächstfolgenden Teilprozeß übergeben werden können, geschehen. Zweitens besteht die Möglichkeit, einen aus der Erfahrung herrührenden Überlappungsgrad in die Planung einzubeziehen. Drittens kann eine Überlappung voneinander abhängiger Prozesse durch eine enge aufbauorganisatorische Verknüpfung der durchführenden Mitarbeiter erzielt werden.

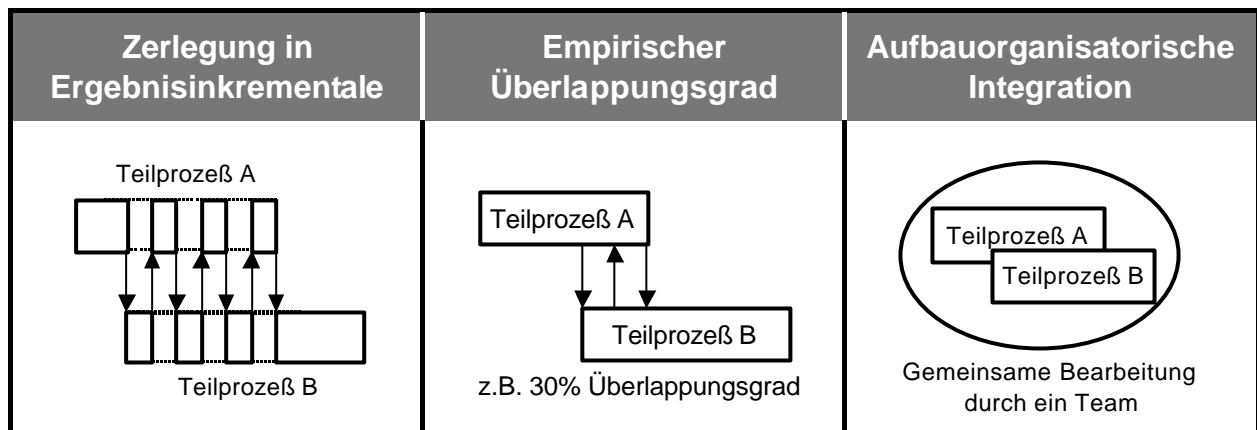


Bild 5-8: Möglichkeiten zur Parallelisierung voneinander abhängiger Teilprozesse in der Planung

Zur Auswahl einer der genannten Möglichkeiten ist zu beachten, daß es nicht primäres Ziel der hier beschriebenen Ablaufplanung ist, den Engineeringprozeß unter zeitlichen Gesichtspunkten zu optimieren. Es geht vielmehr darum, einen möglichst durchgängigen und direkten Informationsfluß zu planen, was in der Folge auch zu Verbesserungen der Prozeßdurchführung in qualitativer und zeitlicher Hinsicht führen soll. Eine Zerlegung der Prozeßergebnisse sowie die Annahme eines theoretischen Überlappungsfaktors erscheinen daher als wenig geeignet, da sie die Transparenz der Planung beeinträchtigen. In Übereinstimmung mit den Gestaltungsansätzen des Kooperativen Produktengineering (Abs. 3.1.1) soll hier vielmehr der Ansatz einer aufbauorganisatorischen Integration eng miteinander verknüpfter Prozesse verfolgt werden. Entsprechende Ausführungen finden sich in Abs. 5.2.2.

Neben der zuvor beschriebenen Parallelisierung von Teilprozessen gilt es in der Ablaufplanung, prozeßbedingt notwendige Schleifen so eng wie möglich zu gestalten. Das heißt, die Anzahl der in eine Schleife eingebundenen Teilprozesse muß auf das mögliche Minimum reduziert werden. Je enger Ausgangs- und Endpunkt einer Schleife beieinander liegen, um so weniger Teilprozesse müssen bei nachträglichen Änderungen der Informationsgrundlage erneut durchlaufen werden. Dieses Ziel kann durch eine entsprechende Reihenfolgebildung erreicht werden. Bei umfangreichen Projekten mit vielen Teilprozessen stellt die Reihenfolgebildung allerdings eine manuell kaum optimal zu bewerkstellende Aufgabe dar. Zur Automatisierung dieses Vorgangs soll daher auf das im Kap. 2 angeführte Verfahren zur Partitionierung und Neuordnung von Gebala und Eppinger zurückgegriffen werden.

Grundlage des Verfahrens ist die Interpretation des Engineeringprozesses als Graph. Ein Graph besteht aus einer Menge von Knoten, die durch Kanten miteinander verbunden sind [Döm\_73]. Gemäß der Interpretation entsprechen die Knoten den Teilprozessen und die Kanten den Beziehungen, welche über Ein- und Ausgangsinformationen zwischen den

Teilprozessen bestehen (Bild 5-9). Damit stellen alle Kanten gemeinsam den Informationsfluß innerhalb des Engineeringprozesses dar.

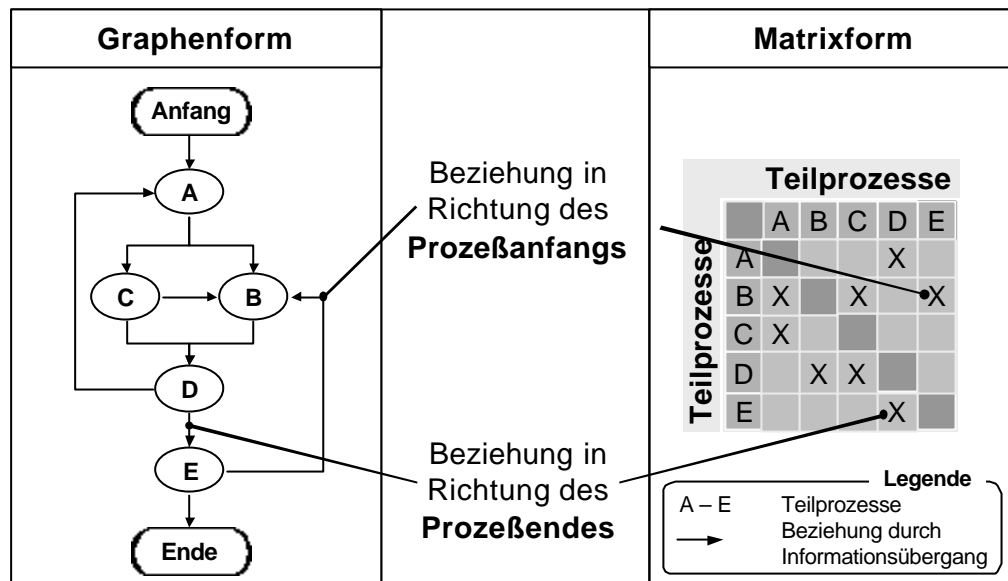


Bild 5-9: Darstellung der Analogie zwischen der Graphen- und der Matrixform

Graphen lassen sich sehr leicht in einer komprimierten und gleichzeitig mathematisch verarbeitbaren Form - einer Matrix - darstellen. Das ursprünglich von *Steward* entwickelte Verfahren basiert auf sogenannten Adjazenzmatrizen. In einer Adjazenzmatrix sind die Knoten des Graphen in den Zeilen als auch den Spalten gleichermaßen enthalten. Eine Kante zwischen zwei Knoten wird durch einen Wert im Schnittpunkt der jeweiligen Zeile und Spalte in der Matrix selbst repräsentiert. Während unterhalb der Matrixdiagonale die Abhängigkeiten in Richtung des Prozeßendes abgebildet werden, stellen die Werte oberhalb der Diagonalen Abhängigkeiten dar, welche rückwärts in Richtung vorgelagerter Teilprozesse gerichtet sind. Auf diese Art werden Iterationsschleifen im Prozeß transparent.

Zur Reihenfolgebildung werden, wie in Bild 5-10 dargestellt, zunächst die Teilprozesse identifiziert, welche keine Informationen als Eingangsgrößen aus anderen Teilprozessen erhalten und daher unabhängig voneinander am Anfang einer Teilprozessekette stehen können (Schritt ①). Von diesen Elementen ausgehend, werden dem Informationsfluß folgend die einzelnen Teilprozesse zu Prozeßketten aneinander gereiht. Dabei ist es das Ziel, die Teilprozesse in der Prozeßkette so anzuordnen, daß sie erst beginnen, wenn alle notwendigen Eingangsinformationen aus den davor durchgeführten Teilprozessen hervorgehen. Aufgrund der bereits beschriebenen Iterationsschleifen ist dies nicht in jedem Fall möglich.

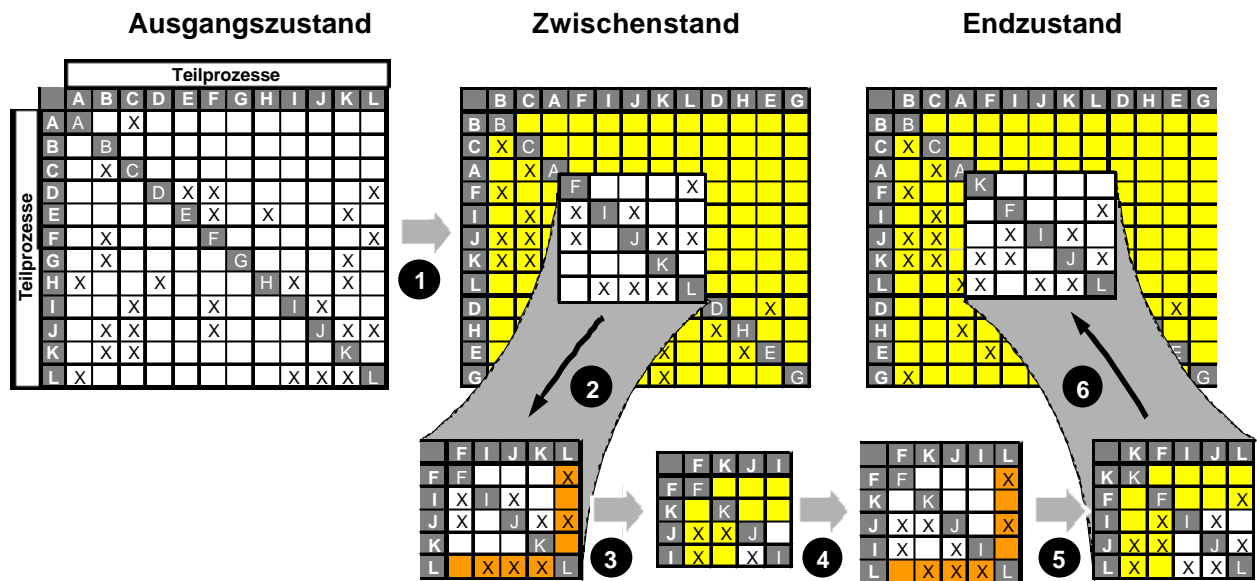


Bild 5-10: Informationsflußorientierte Reihenfolgebildung

Die in den Schleifen eingebundenen Teilprozesse stellen Blöcke dar, welche nur durch ein temporäres „Herausschneiden“ einzelner Teilprozesse in sich weiter sortiert werden können (Schritt ②). Es ist zu beachten, daß nur diejenigen Teilprozesse entnommen werden können, für den Eingangsinformationen mit einem ausreichenden Verlässlichkeitsgrad antizipiert bzw. geschätzt werden können (Schritt ③). Zur analytischen Ermittlung dafür geeigneter Teilprozesse hat *Eppinger* das Verfahren von *Steward* weiterentwickelt. Durch das Entnehmen eines Teilprozesses werden die verbleibenden Teilprozesse entkoppelt und können in eine dem Informationsfluß entsprechende Reihenfolge gebracht werden (Schritt ④). Im Anschluß daran ist der entnommene Teilprozeß der so entstandenen Kette wieder hinzuzufügen (Schritt ⑤). Auf diese Weise wird ein Ablauf erzeugt, der ein Minimum an Iterationsschleifen enthält und auf einen möglichst optimalen formellen Informationsfluß ausgerichtet ist (Schritt ⑥).

Das Ergebnis der Ablaufplanung ist ein Projektablaufplan, welcher die zur Zielerreichung notwendigen Teilaufgaben benennt und diese auf Basis ihrer Abhängigkeiten in einer sachlogischen Abfolge darstellt. Diese Abfolge repräsentiert den in bezug auf den formellen Informationsfluß optimierten Engineeringprozeß.

## 5.2.2 Teambildung

Die Projektplanung umfaßt neben der geschilderten Bestimmung der Teilaufgaben auch deren Zuordnung zu Stellen. Dadurch wird festgelegt, welche Organisationseinheit für die Durchführung einer oder mehrerer Teilaufgaben verantwortlich ist. Ziel der Teambildung ist es, den anhand der Ablauforganisation geregelten formellen Informationsfluß durch eine geeignete Teambesetzung zu unterstützen. Hierzu sind die Stellen, welche eng verknüpfte

Teilaufgaben bearbeiten, aufbauorganisatorisch in das Projektteam zu integrieren. Damit wird der formelle Informationsfluß durch eine einfache, teaminterne informelle Kommunikation ergänzt.

Wie im Abs. 3.1.2.3 dargestellt, erfolgt die Teambildung zumeist durch Zuordnung der Teilaufgaben zu Stellen. Das Team setzt sich dann aus den Mitarbeitern der beteiligten Stellen zusammen. Diese Vorgehensweise ist aber nur für kleinere Projekte mit einer geringen Anzahl an Teilaufgaben und einer kurzen Laufzeit geeignet. Bei diesen Projekten hat die Teambesetzung über die gesamte Laufzeit Bestand und kann in vollem Umfang aufrecht erhalten werden. Dagegen ist bei umfangreichen Projekten, welche eine große Anzahl unterschiedlicher Teilaufgaben beinhalten und über einen Zeitraum von einem Jahr oder länger andauern, die Bildung eines einzigen Projektteams aus allen involvierten Mitarbeitern nicht sinnvoll. Aufgrund der arbeitsteiligen Vorgehensweise im Unternehmen sind zur interdisziplinären Bearbeitung der Teilaufgaben viele Mitarbeiter aus unterschiedlichen Fachbereichen notwendig. Allerdings nimmt der Kommunikationsaufwand innerhalb eines Teams mit seiner Größe stark zu [KUS\_95]. Um diesem Aufwand zu begrenzen, ist es daher günstiger, mehrere kleine Subteams zu bilden. Um aber eine Isolierung einzelner Subteams zu vermeiden, müssen diese in einen teamübergreifenden Kommunikationsprozeß eingebunden werden. Hierzu sind sowohl organisatorische Maßnahmen, wie z.B. Meilensteinbesprechungen, als auch Maßnahmen zur systemtechnischen Unterstützung, z.B. durch die Nutzung eines gemeinsamen Informationssystems, zu ergreifen.

Bei lang andauernden Projekten ist es weiterhin problematisch, die Teamzusammensetzung über die gesamte Laufzeit konstant zu halten. Vielmehr muß die Zusammensetzung der Teams über die Laufzeit kontinuierlich an den Projektfortschritt angepaßt werden. Andernfalls werden einem Projekt über lange Zeiträume Ressourcen zugeordnet, die zur tatsächlichen Bearbeitung der Aufgaben u.U. noch nicht bzw. nicht mehr benötigt werden.

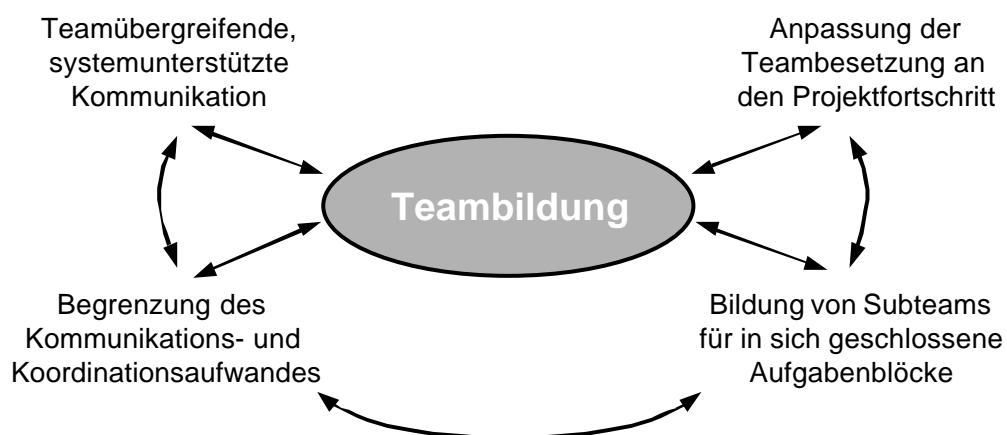


Bild 5-11: Anforderungen an die Teambildung für das Produktengineering

Im Bild 5-11 sind die Anforderungen an die Teambildung für Projekte im Produktengineering zusammenfassend dargestellt. Es ist zu erkennen, daß die einzelnen Anforderungen teilweise einander bedingen und daher im Zusammenhang betrachtet und umgesetzt werden müssen. Neben den aufgeführten Anforderungen spielen des weiteren arbeitspsychologische Aspekte, wie z.B. Motivation und zwischenmenschliche Beziehungen, bei der Besetzung eines Projektteams eine Rolle. Da diese Aspekte aber nicht einer objektiven Bewertung unterzogen werden können, bleiben sie hier unberücksichtigt.

Um die Anforderungen umzusetzen, wird der Teambildungsprozeß in die Ablaufplanung wie folgt integriert:

1. Die Ablaufplanung für ein konkretes Projekt bzw. einen konkreten Engineeringprozeß beginnt mit der Festlegung der zur Zielerreichung notwendigen Prozeßschritte. Diese Prozeßschritte spiegeln Teilaufgaben wider, welche durch Stellen bzw. Mitarbeiter zu bearbeiten sind. Daher erfolgt nach Auswahl der Prozeßschritte eine Zuordnung der durchführenden Stellen. Dabei stehen die aus der Aufgabe resultierenden Anforderungen an die Qualifikation der durchführenden Stelle im Vordergrund.
2. Anschließend wird die Reihenfolgebildung gemäß der in Abs. 5.2.1.3 dargestellten Vorgehensweise durchgeführt. Dadurch werden unabhängige Teilprozesse parallelisiert und voneinander abhängige Teilprozesse in einer dem Informationsfluß entsprechenden Reihenfolge angeordnet.

Der dadurch gebildete Ablauf setzt sich aus mehr oder minder eng miteinander verknüpften Teilprozeßketten, welche Iterationsschleifen enthalten können, zusammen. Die Zielstellung, daß die Stellen informationell eng miteinander verknüpfter Teilprozesse zu Teams zusammengefaßt werden sollen, kann durch eine erneute analytische Auswertung des als Graphen interpretierten Prozeßablaufs erreicht werden. Durch die Anwendung des Algorithmus von *Paton* [PAT\_71] können im Graphen eng verknüpfte Teilprozesse als Blöcke<sup>1</sup> identifiziert und markiert werden. Zur Identifizierung wird davon ausgegangen, daß zwei Kanten genau dann in einem Block liegen, wenn im Graph ein Kreis existiert, der beide Kanten enthält [DöM\_73]. Bild 5-12 zeigt beispielhaft den stark vernetzten Ausgangszustand der zu bearbeitenden Teilprozesse A-H. Durch eine Reihenfolgebildung und einer erneuten Analyse des daraus entstandenen Graphen werden eng miteinander verknüpfte Teilprozesse identifiziert. Die in einem Block zusammengefaßten Teilprozesse sind prädestiniert für eine integrierte Bearbeitung durch ein Team der zugeordneten Stellen bzw. Mitarbeiter.

---

<sup>1</sup> In der neueren, zumeist in englischer Sprache erschienenen Literatur [CLR\_94] zur analytischen Auswertung von Graphen werden diese Blöcke auch als „strongly connected components“ bezeichnet.

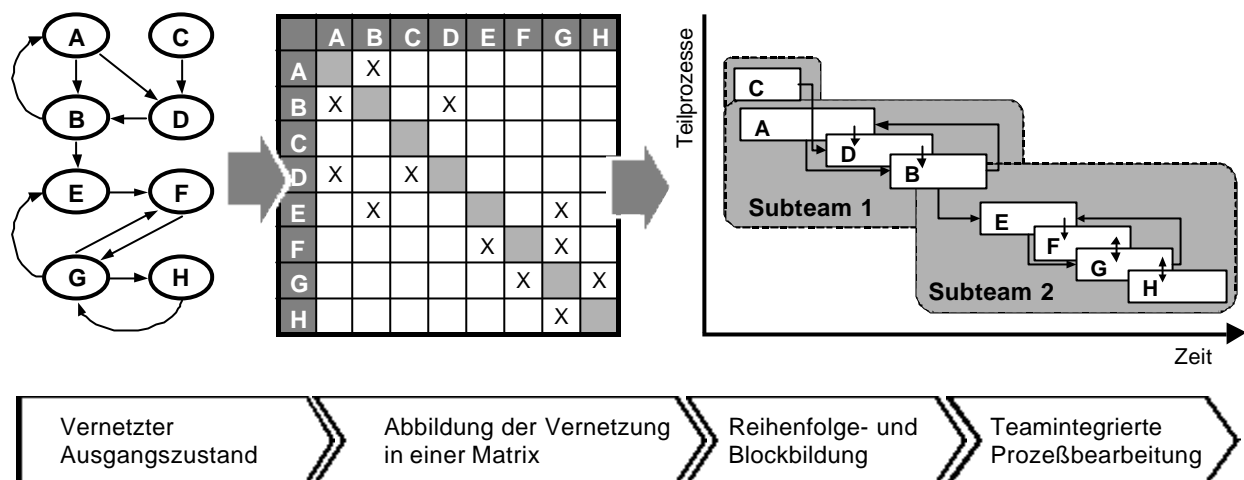


Bild 5-12: Identifizierung von Blöcken zur Teambildung

Die aufbauorganisatorische Integration der Stellen, welche die in einem Block zusammengefaßten Teilprozesse bearbeiten, zu einem Projektteam begünstigt eine intensive informelle Kommunikation zwischen den Teammitgliedern. Dadurch können die in den Abhängigkeiten begründeten Fragestellungen gemeinsam schneller gelöst werden. Existieren darüber hinaus Blöcke voneinander unabhängiger Teilprozesse, so können diese parallel bearbeitet werden. Hierfür ist dann die Bildung einer entsprechenden Anzahl von Subteams erforderlich.

- Die Bildung von Blöcken informationell eng verknüpfter Teilprozesse erfolgt entlang des Engineeringprozesses. Der Projektfortschritt geht folglich mit einer sukzessiven Bearbeitung der Prozeßblöcke einher. Da diese Blöcke unterschiedliche Teilprozesse enthalten, wechselt mit dem Übergang von einem Prozeßblock zum nächsten auch die Besetzung des bearbeitenden Projektteams mit dem Projektfortschritt. Allerdings erfolgen diese Wechsel nicht abrupt, sondern kontinuierlich und fließend, da sich die Blöcke in vielen Fällen überlagern. Allerdings muß auch nach dem Ausscheiden eines Teammitglieds aus dem unmittelbaren Projektteam ein Informationsaustausch gewährleistet werden. Hierzu eignet sich insbesondere eine informationstechnische Verknüpfung zwischen den Linienfunktionen und dem Projektteam. Entsprechende Funktionen des Informationssystems werden in Abs. 5.3 beschrieben.

Ein Projekt muß nicht zwangsläufig eine Leitungsinstanz haben, jedoch ist dies bei umfangreichen Projekten zur Koordination der vielen Teilaufgaben sowie zur Termin- und Kostenverfolgung sehr vorteilhaft. Insbesondere bei Bildung mehrerer parallel arbeitender Subteams ist eine Koordination zur Abstimmung der Einzelaktivitäten im Sinne des Gesamtziels erforderlich. Die Bestimmung der Projektleitung ist allerdings eine disziplinarische Aufgabe der Leitungsfunktionen im Unternehmen und daher nicht Gegenstand der hier beschriebenen Planungskomponente.

Mit dem Projektablaufplan, welcher die durchzuführenden Teilprozesse in ihrer Reihenfolge festlegt, und der Zuordnung durchführender Stellen liegen die zur Generierung eines Workflows notwendigen Ausgangsdaten vor. Diese Daten werden über eine Schnittstelle des WFMS an dieses übertragen und so der projektspezifische formelle Informationsfluß im WFMS abgebildet. Mit zunehmendem Projektfortschritt wird es nötig sein, den ursprünglich geplanten Informationsfluß an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen bzw. diesen weiter zu detaillieren. Daher ist die Generierung des Workflows gleichzeitig auch Bestandteil der Steuerungskomponente (siehe Abs. 5.3.1).

### 5.3 Komponente II: Steuerung

Die aus der Planung hervorgehenden Ergebnisse „Ablaufplan“ und „Teambesetzung“ bilden die Grundlage für die Steuerung des formellen Informationsflusses unter Einsatz eines WFMS. Da nicht alle Informationsbedürfnisse in der Planung antizipiert werden können, wird der formelle Informationsfluß durch einen informellen Informationsaustausch ergänzt. Dieser wird durch Funktionen zur assoziativen Suche und kontextsensitiven Verteilung von Informationen systemtechnisch unterstützt. Das Zusammenspiel dieser Funktionalitäten der Steuerungskomponente ist in Bild 5-13 dargestellt.

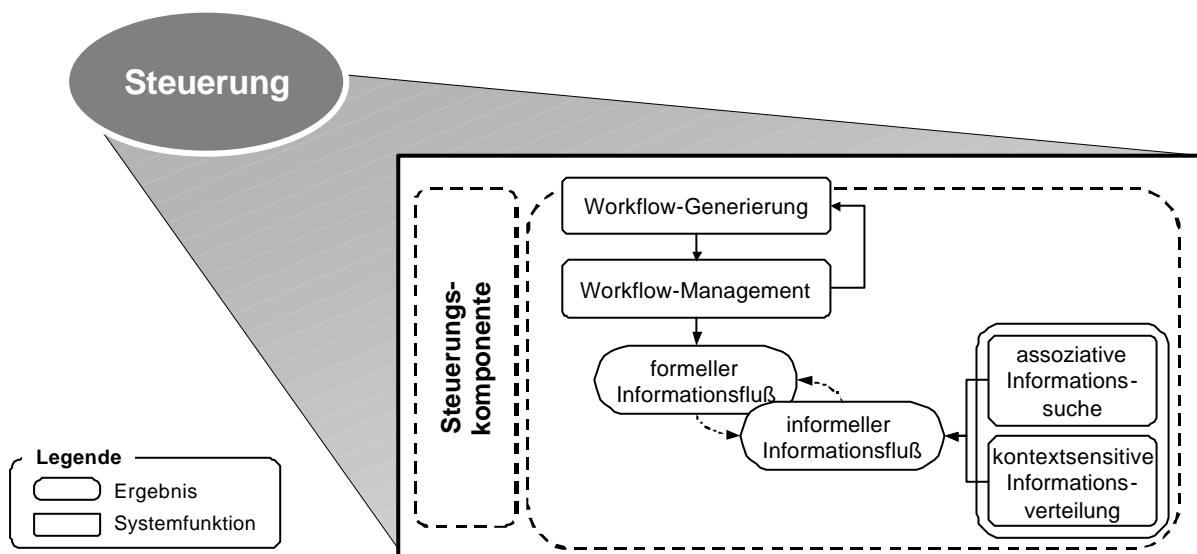


Bild 5-13: Bestandteile und Funktionen der Steuerungskomponente

Konzeptionelle Grundlage für diese Komponente ist der Ansatz, die Vorteile einer vorgangsorientierten Informationsflußsteuerung mit WFMS und die Flexibilität von Elementen zur Informationssuche und -verteilung aus dem Bereich des Workgroup Computing zu kombinieren. Hierdurch wird eine bessere Ausrichtung der Systemfunktionen auf die betrieblichen Realitäten und damit eine höhere Akzeptanz des Gesamtsystems angestrebt.



### 5.3.1 Steuerung formeller Informationsflüsse

In Abs. 3.3.1 ist die Eignung von WFMS für die Steuerung formeller Informationsflüsse mit dem Ziel einer gesteigerten Effizienz in der Prozeßdurchführung festgestellt worden (siehe Tabelle 3-1). Der Einsatz eines WFMS ist allerdings nur für weitgehend im voraus strukturierte Prozesse sinnvoll. Wie die Ausführungen zur Planung von Engineeringprozessen in den Abs. 3.1.2.2 und 5.2.1.3 zeigen, können die nur gering determinierten Engineeringprozesse durch eine sukzessive, prozeßbegleitende Planung vorab strukturiert und festgelegt werden. Die in der Planungskomponente zusammengefaßten Funktionen zur systemgestützten Prozeßplanung minimieren den dazu notwendigen zeitlichen und personellen Aufwand. Dadurch können entsprechende Planungsläufe im nötigen Umfang und mit dem gewünschten Detaillierungsgrad durchgeführt werden.

Zur Definition eines Workflow gehört weiterhin die Bestimmung der durchführenden Stellen im Unternehmen, so daß eine Adressierung der im Workflow enthaltenen Aktivitäten erfolgen kann. Diese Festlegung wird ebenfalls im Zuge der Planung durch die Zuordnung von Stellen zu Teilprozessen und die aufbauorganisatorische Integration in Projektteams vorgenommen.

Um ein WFMS im dynamischen Umfeld des Produktengineering einsetzen zu können, muß die Definition der Workflows systemgestützt und auf den Ergebnissen der Prozeßplanung basierend erfolgen. Hierzu wird eine Verbindung zwischen der Planungskomponente und einem WFMS hergestellt. Über diese Verbindung werden die Daten bzgl. eines geplanten Prozeßablaufs und der zugeordneten Stellen respektive Mitarbeiter in das WFMS übertragen und als Workflow definiert.

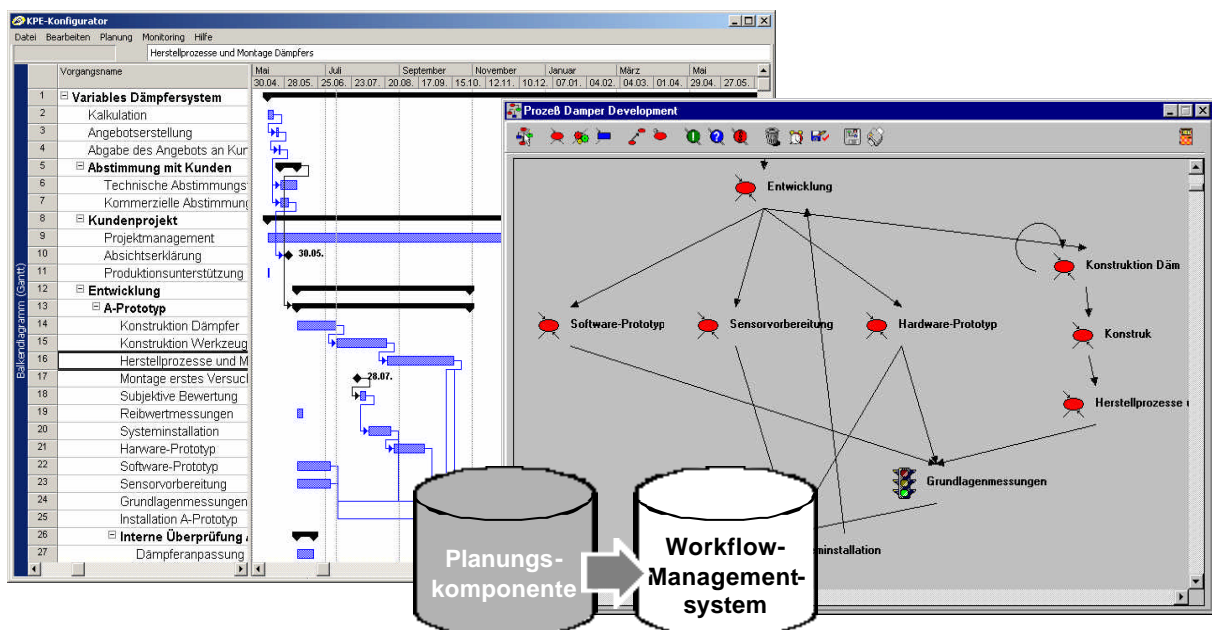


Bild 5-14: Übertragung des Planungsergebnisses in ein WFMS

Bild 5-14 zeigt beispielhaft die Übertragung des als Ablaufplan dargestellten Engineeringprozesses aus der Datenbank der Planungskomponente in die Datenbank des WFMS. An dem im Bild abgebildeten Beispiel ist die Unzulänglichkeit von Balkendiagrammen, Iterationsschleifen abzubilden, gut zu erkennen. Erst mit der Darstellung des Engineeringprozesses als Graph werden die Iterationsschleifen, welche vom Informationssystem intern verarbeitet werden, offenbar.

Entscheidend für die Kopplung der Planungskomponente mit dem WFMS ist der Verzicht auf vordefinierte Übergangereignisse zwischen den Teilprozessen, welche zur automatisierten Steuerung des Prozeßablaufs genutzt werden könnten. Derartige Ereignisse sind z.B. das Vorliegen bestimmter Dokumente bzw. Informationen als Bedingung für eine automatische Weiterleitung an den nächsten Bearbeiter im Prozeß oder die Freigabe von Arbeitsergebnissen durch einen Vorgesetzten. Der Verzicht auf die Definition solcher Ereignisse ist notwendig, um eine weitgehende Unabhängigkeit des Gesamtsystems von einem bestimmten WFMS, welches nur einen Bestandteil des Informationssystems darstellt, zu gewährleisten. Da die Definition von Ereignissen sehr vom Konzept des verwendeten WFMS abhängt, müssen Übergangereignisse auf Seiten des WFMS definiert werden. Neben der dadurch gewährten Unabhängigkeit ist der Verzicht auch noch aus Gründen der Systemakzeptanz vorteilhaft. Wie *Dillon* und *Morris* [DiM\_96] ausführen, werden Systeme, deren Arbeitsweise transparent und mit Eingriffsmöglichkeiten versehen ist, durch den Nutzer bevorzugt angenommen. Automatismen im Informationsfluß bewirken hier eher das Gegenteil.

Die Vorzüge eines WFMS, welche insbesondere durch klar strukturierte und durchgängig systemgestützt ablaufende Informationsflüsse gegeben sind, bleiben durch die geschilderte Vorgehensweise in vollem Umfang erhalten. Darüber hinaus kann nunmehr das WFMS als Instrument zur Statuskontrolle im Engineeringprozeß genutzt werden, da jederzeit Klarheit bzgl. sich aktuell in Bearbeitung befindlicher Teilprozesse besteht.

Die eigentliche Steuerung des formellen Informationsflusses erfolgt unter Nutzung der Funktionen des jeweils angebundenen WFMS. Da diese Funktionen zwar Bestandteil des Gesamtsystems, aber nicht Gegenstand der Systemkonzeption sind, wird auf eine detaillierte Erläuterung verzichtet.

### **5.3.2 Steuerung informeller Informationsflüsse**

Im Zuge der in Abs. 5.2.1 beschriebenen Prozeßplanung werden die zur Zielerreichung notwendigen Teilprozesse identifiziert und in einen formellen Informationsfluß eingebunden. Die Identifizierung erfolgt dabei auf Basis einer Vorwegnahme des aus der Aufgabenstellung resultierenden Informationsbedarfs durch den Anwender. Ein Teilprozeß ist

dann zur Zielerreichung notwendig, wenn er geeignet ist, einen erkannten Informationsbedarf zu decken. Allerdings ist aus der Analyse der Ausgangssituation (Kap. 2) und der Aufbereitung des Wissenstandes (Kap. 3) bereits bekannt, daß Engineeringprozesse nur in begrenztem Maß planbar sind. Demzufolge können mit den formellen Informationsflüssen auch nicht alle Informationsbedürfnisse befriedigt werden. Vielmehr sind die formellen Informationsflüsse um einen aus der jeweiligen Situation heraus gesteuerten Informationsaustausch zu ergänzen.

In der Unterscheidung zwischen formellen und informellen Informationsflüssen ist bereits eine Klassifizierung des dahinterstehenden Informationsbedarfs nach dessen Planbarkeit implizit enthalten. Dieses Kriterium bestimmt allerdings lediglich den Zeitpunkt, zu welchem der Bedarf erkannt wird. Eine Aussage darüber, ob und für wen ein Bedarf erkennbar ist, läßt sich daraus nicht ableiten. Eine solche Aussage ist aber notwendig, um adäquate Systemfunktionen zur Deckung aufkommenden Informationsbedarfs konzipieren zu können. Daher ist zunächst eine Systematisierung des Informationsbedarfs nach Planbarkeit und Entstehung erforderlich (Bild 5-15).

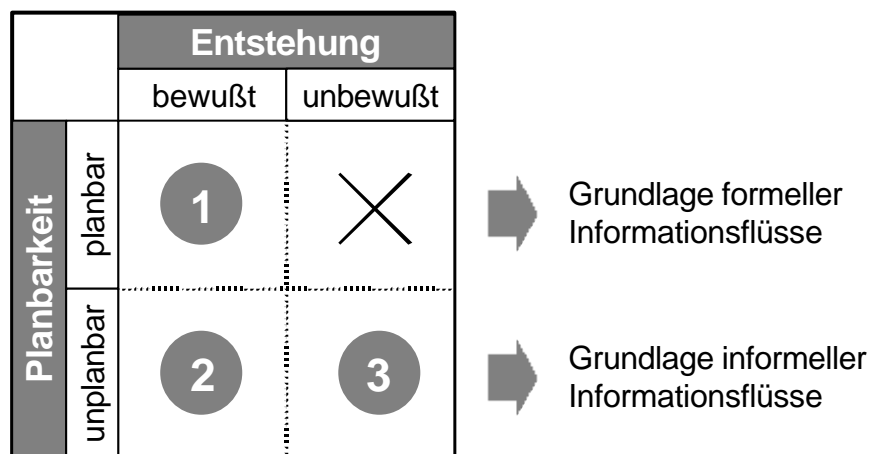


Bild 5-15: Systematik des Informationsbedarfs

1. Der erste Quadrant repräsentiert den oben beschriebenen, bereits im Vorfeld der Prozeßdurchführung bewußt werdenden Informationsbedarf. Dieser bildet die Grundlage für die geplanten formellen Informationsflüsse, welche durch ein WFMS unter Anwendung des Push-Prinzips effektiv unterstützt werden können.
2. Aufgrund von Änderungen bzgl. der Zielstellungen und Randbedingungen für die Prozeßdurchführung entstehen situativ Informationsbedürfnisse, welche im voraus nicht zu erkennen sind bzw. nicht erkannt werden. Beispiel: Zeichnet sich ab, daß eine sich in Entwicklung befindliche Anlage deutlich schwerer wird als zunächst angenommen, muß geprüft werden, ob z.B. die geplante Aufstellung der Anlage im Obergeschoß noch möglich ist. Es entsteht also ein ungeplanter Informationsbedarf hinsichtlich der

maximalen Traglast der Hallendecke.

Eine weitere wichtige Einflußgröße auf den Informationsbedarf einer Person ist ihre Qualifizierung für die übertragene Aufgabe. Ein erfahrener Mitarbeiter ist z.B. seltener auf zusätzliche Informationen angewiesen als ein weniger erfahrener Kollege, welcher sich möglicherweise erst die Grundlagen zur Bewältigung einer Aufgabe aneignen muß.

Für einen Informationsbedarf diesen Typs charakterisierend ist, daß er den betreffenden Personen bewußt entsteht, aber nicht im Vorfeld absehbar und demnach auch nicht planbar ist. Unter Anwendung der von *Stritzke* [STR\_99] formulierten Holschuld (siehe Abs. 3.4) muß das zu entwickelnde Informationssystem also Funktionen zur Suche nach gewünschten Informationen, die zur Deckung des Informationsbedarfs führen, bereitstellen. Damit folgt die Systemunterstützung an dieser Stelle dem Pull-Prinzip.

3. Aufgrund der Vernetzungen im Engineeringprozeß ist die Arbeit eines einzelnen Mitarbeiters nicht ausschließlich selbstbestimmt, sondern wird durch die Arbeiten seiner Teamkollegen beeinflusst. Stellen und damit Personen sind folglich über die Aufgaben, welche sie übernehmen, miteinander verbunden. Erzeugt eine Stelle Informationen, so kann dies zu einem Informationsbedarf bei den verbundenen Stellen führen. Dieser Bedarf wird den betreffenden Personen jedoch nicht bewußt, da diese nicht an der Erzeugung der Informationen beteiligt waren. Naturgemäß ist ein unbewußt entstehender Informationsbedarf auch nicht planbar.

Beispiel: In Entwicklungsprozessen kommt es immer wieder vor, daß mit zunehmend konkreter definierten Eigenschaften des Produkts weitere Anforderungen nachträglich definiert werden. Nicht selten werden diese Anforderungen an Mitarbeiter herangetragen, die sich gerade mitten in der Bearbeitung eines Teilprozesses, wie z.B. dem Entwurf eines Bauteils, befinden. Fließen diese Anforderungen in den Entwurf ein, können dadurch die Ergebnisse vorhergehender bzw. parallel verlaufender Teilprozesse in Frage gestellt werden. Bei den jeweiligen Bearbeitern entsteht somit unbewußt ein Informationsbedarf hinsichtlich der neuen Produkteigenschaften.

Während ein bewußter Informationsbedarf dem betreffenden Mitarbeiter ein entsprechendes Handeln erlaubt, besteht diese Option bei einem unbewußt entstehenden Informationsbedarf nicht. An dieser Stelle besteht für den Mitarbeiter, der über die Information verfügt, eine Bringschuld gegenüber den Kollegen. Die Deckung unbewußt entstehender Informationsbedürfnisse folgt damit dem Push-Prinzip.

#### 5.3.2.1 Informationssuche

Informationen liegen niemals frei vor, sondern sind immer an eine Informationsquelle gebunden. Daher ist die Informationssuche ein zweistufiger Vorgang. In der ersten Stufe

erfolgt die Ermittlung von Informationsquellen, welche geeignet sind, den Informationsbedarf zu decken. Erst in der zweiten Stufe kann die betreffende Information in einer als geeignet identifizierten Informationsquelle gesucht werden. Hieraus läßt sich ableiten, daß die zu konzipierende Suchfunktion auf die zur Verfügung stehenden Informationsquellen ausgerichtet werden muß.

In Anlehnung an *Gissler* [GIS\_99] können Informationsquellen nach natürlichen und künstlichen Informationsquellen differenziert werden. Letztere lassen sich wiederum anhand der Speichermedien zwischen den elektronischen und nicht elektronischen Informationsquellen unterscheiden. Bild 5-16 zeigt eine entsprechende Einteilung.

Mit einem computergestützten System können nur Informationsquellen gesucht und durchsucht werden, welche in elektronischer Form vorliegen. Wie eine branchenübergreifende Studie amerikanischer Unternehmen aber gezeigt hat, werden über 80% aller in einem Unternehmen anfallenden Informationen computerunterstützt erfaßt [KOU\_95]. Daher kann ein computergestütztes System zur Informationssuche bereits den überwiegenden Teil der Informationsbasis erreichen.

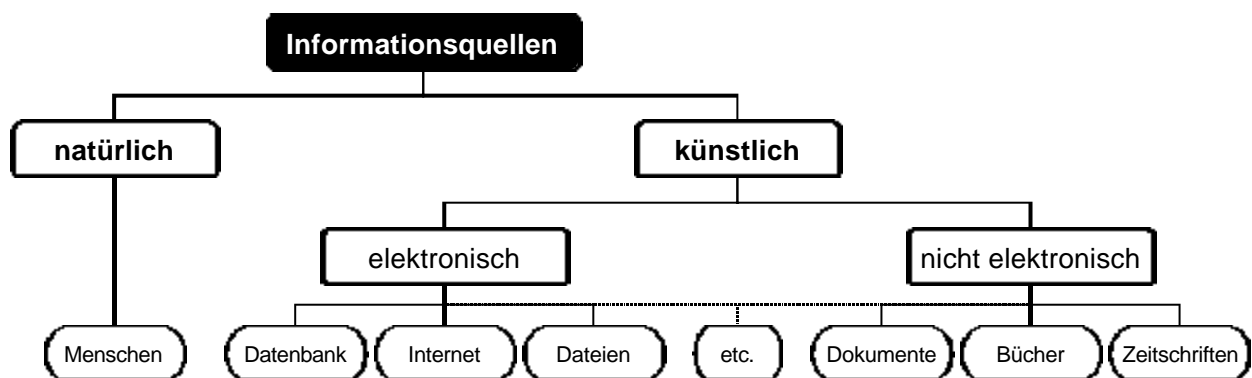


Bild 5-16: Informationsquellen im Produktengineering

Dennoch darf der Mensch als wichtige Informationsquelle nicht außer Acht gelassen werden. Dieser kann allerdings nur dann direkt durch eine Suchfunktion als Informationsquelle identifiziert werden, wenn dessen Wissen z.B. durch Wissenskarten bzw. Wissens-topographien in beschreibender Form elektronisch erfaßt ist. Dies ist nur bei sehr wenigen Unternehmen der Fall. Daher soll die Identifizierung von natürlichen Informationsquellen indirekt über deren in elektronischer Form erfaßten Arbeitsergebnisse erfolgen. Diese spiegeln die Arbeitsgebiete einer Person wider, womit die Arbeitsergebnisse als Indikator für die Wissensgebiete dieser Person dienen können.

Wie in Abs. 3.2.2.1 ausgeführt, wird der Suchaufwand durch den Umfang der Informationsbasis und deren Strukturierungsgrad bestimmt. Der in Untersuchungen festgestellte große Suchaufwand, welcher bis zu 50% der Arbeitszeit in Anspruch nimmt, resultiert dabei aus großen Mengen unstrukturiert vorliegender Informationen. Daher muß die Suchfunktion

insbesondere auf diesen Teil der Informationsquellen, welche unstrukturierte Informationen enthalten, ausgerichtet werden. Dabei handelt es sich um Text-Dokumente, Tabellen, Präsentationen, Grafiken, Software-Code sowie Intra- und Internet-Seiten.

Angesichts der großen Menge zur Verfügung stehender Informationen wird der Nutzen einer Suchfunktion durch die Fähigkeit, die gesuchten Informationen möglichst fokussiert und schnell zu finden, bestimmt. Der Fokus leitet sich aus dem Informationsbedarf und folglich aus dem Kontext der zugrunde liegenden Fragestellung ab. Je besser es gelingt, den Kontext des Informationsbedarfs zu erfassen und eine darauf aufbauende Suche durchzuführen, um so besser wird das dabei zu erzielende Suchergebnis den Informationsbedarf decken. Die Verwendung klassischer Schlagwortregister bzw. Indizes ist hierzu nicht geeignet, da mit ihnen nicht der Kontext erfaßt, sondern der Suche lediglich eine Richtung gegeben werden kann.

Im Stand des Wissens (Abs. 3.2.3.2) sind Ansätze zur Mustererkennung aus unstrukturiert vorliegenden Informationen vorgestellt worden. Unter Verwendung darauf aufbauender Funktionen ist es möglich, den Kontext einer Informationsmenge durch Assoziation von Teilinformationen zu extrahieren. Entsprechende Funktionen sollen in das im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnde System integriert werden.

Grundlage des Ansatzes ist die Tatsache, daß der Informationsbedarf sich mit einem oder mehreren Sätzen besser beschreiben läßt als mit einzelnen, isolierten Worten. Sätze verbinden Wörter und enthalten damit Inhalt. Durch Analyse einer in Fließtext formulierten Anfrage oder durch Analyse eines aktuell zu erstellenden Dokumentes kann somit der Inhalt und Kontext des Informationsbedarfs ermittelt werden. Als Analyseergebnis wird ein Begriffsmuster aus Buchstaben, Zahlen, Wörtern und Satzteilen gebildet, welches charakteristisch für den im Dokument bzw. der Anfrage enthaltenen Informationsinhalt ist. Dieser Vorgang geschieht automatisch und erfordert vom Nutzer keine Spezifizierung von Suchbegriffen sowie deren Verknüpfung durch Boolesche Operatoren. Vielmehr werden die charakterisierenden Begriffe über ihre Häufigkeit im Text identifiziert und zueinander in Beziehung gesetzt. In gleicher Form wie die Analyse des Informationsbedarfs lassen sich die Dokumente der Informationsbasis untersuchen. Dabei wird für jedes Dokument ein entsprechendes Begriffsmuster gebildet. Systemintern werden aus den Begriffsmustern Beschreibungsvektoren gebildet. Diese lassen sich mathematisch miteinander vergleichen und über die Bestimmung eines Abstandmaßes der Übereinstimmungsgrad zweier Texte ermittelt werden. Liegt ein großer Übereinstimmungsgrad vor, bezieht sich die identifizierte Informationsquelle inhaltlich mit ebenso großer Wahrscheinlichkeit auf die zu beantwortende Fragestellung. Die zur Deckung des Informationsbedarfs notwendige Einzelinformation wird dann über eine isolierte Suche nach Einzelbegriffen im Dokument ermittelt.

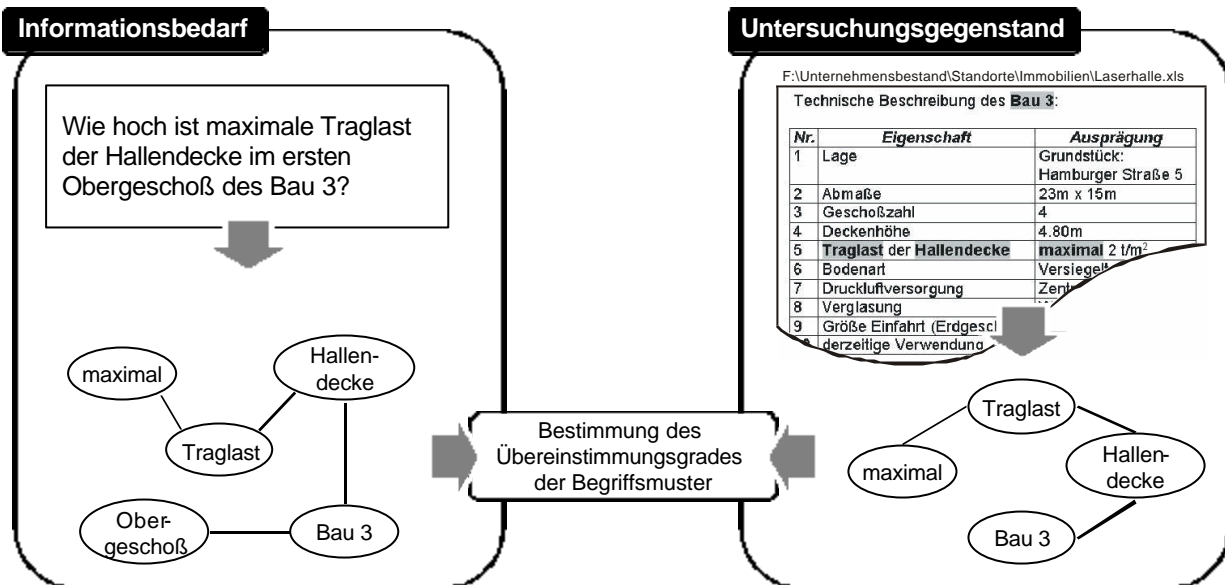


Bild 5-17: Informationssuche mit assoziativen Suchalgorithmen

Gegenüber konventionellen Suchverfahren ergeben sich durch die Anwendung der assoziativen Suche (Bild 5-17) folgende Vorteile:

- Die Qualität des Suchergebnisses ist nicht mehr abhängig von der Archivierungsstruktur der Informationsbasis, welche üblicherweise als erste Orientierungshilfe genutzt wird. Da die inhaltliche Klassifizierung von Informationen vom Kontextwissen der klassifizierenden Person abhängt, kann die Archivierungsstruktur gemeinschaftlich genutzter Datenbasen nicht den individuellen Bedürfnissen jedes Einzelnen entsprechen. Durch das Umgehen dieser Struktur können Unterschiede bei der inhaltlichen Interpretation ausgeschlossen werden.
- Die Suche orientiert sich am Kontext des Informationsbedarfs und kann dadurch deutlich bessere Ergebnisse erzielen, als dies mit einer konventionellen Suche anhand von Schlagworten möglich wäre. Insbesondere komplexe Zusammenhänge des Informationsbedarfs lassen sich mit der assoziativen Suche durch eine einfach in Fließtext formulierten Anfrage erfassen. Bei Verwendung von Schlagworten kann das gleiche Ergebnis nur durch aufwendige, manuell hergestellte logische Verknüpfung von Suchbegriffen erreicht werden.
- Die beschriebene Suchfunktion kann auf verteilte Datenbestände, welche über Netzwerke miteinander verbunden sind, angewendet werden. Dadurch ist es einfach möglich, eine sowohl bereichs- als auch unternehmensübergreifende Informationssuche durchzuführen, ohne zuvor die zugrunde liegenden Strukturen abgleichen zu müssen. Damit wird ein hohes Maß an Flexibilität bei der Zusammenführung unterschiedlicher Datenbestände gewonnen, welche das kooperative Arbeiten unmittelbar fördert.

### 5.3.2.2 Informationsverteilung

Während bei einem bewußt gewordenen Informationsbedarf dieser unter Nutzung der Suchfunktion einfach durch die betreffende Person selbst befriedigt werden kann, ist dies bei einem unbewußt entstehenden Informationsbedarf nicht möglich. Die von einem Informationsbedarf betroffene Person kann das ihr entstandene Informationsdefizit nicht selbst erkennen und daher auch nicht selbst zu dessen Beseitigung aktiv werden. Demzufolge kommt allein der informationserzeugende Mitarbeiter (Sender) als Handelnder in Frage.

Die einfachste Möglichkeit, neue Informationen potentiellen Informationsempfängern bekannt zu machen, ist, diese an alle Projektbeteiligten zu verschicken. In diesem Fall kann jeder Empfänger selbst einschätzen, ob die Informationen für ihn relevant sind oder nicht. Der vermeintliche Vorteil, alle interessierten Informationsempfänger auch tatsächlich zu erreichen, wird allerdings durch die damit verbundene Informationsflut konterkariert. Der Aufwand für die Klassifizierung und Bewertung aller Informationen durch jeden Einzelnen würde den Nutzen, welcher aus der Kenntnis relevanter Informationen resultieren könnte, schnell übersteigen. Ähnliches würde erreicht, wenn die Informationen in ein öffentliches Medium, wie z.B. einem Projektverzeichnis oder Intranet, eingestellt werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Informationen zu den relevanten Empfängern gelangt, ist dabei vergleichsweise gering.

Eine weitere Möglichkeit ist mit dem Einsteuern der Informationen in den formellen Informationsfluß gegeben. Allerdings werden dadurch nur die im Prozeßablauf nachgelagerten Teilprozesse bzw. Stellen erreicht. Nachträglich erlangte Informationen können aber auch gravierende Auswirkungen auf bereits abgeschlossene Teilprozesse haben. Die Folge sind Iterationsschleifen, die aber nur durchgeführt werden, wenn der Sender die Notwendigkeit zur Rückführung der Informationen im Prozeß erkennt und diese entsprechend weiterleitet. Der formelle Informationsfluß ist hierfür aber nicht das geeignete Medium, da dieser die relevanten Mitarbeiter nicht mehr erreicht.

Um die Nachteile der geschilderten Optionen zu vermeiden, muß der Sender gezielt Mitarbeiter in seinem Umfeld ermitteln, die ein Interesse an der betreffenden Information haben könnten. Mit anderen Worten ausgedrückt, das Informationsangebot muß möglichst optimal mit dem -bedarf in Übereinstimmung gebracht und eine entsprechend gezielte Informationsverteilung vorgenommen werden. Diese Aufgabe ist um so schwerer zu lösen, je stärker interdisziplinär gearbeitet wird. Wie in Abs. 3.2.2.2 dargelegt, geht mit der Kommunikation eine Deutungsverschiebung der übertragenen Informationen einher. Diese Deutungsverschiebung resultiert aus dem unterschiedlichen Kontextwissen, in das die Informationen durch den Sender und die Empfänger eingeordnet werden. Mit zunehmender



Differenzierung der fachlichen Schwerpunkte miteinander kommunizierender Mitarbeiter wird folglich auch die Identifizierung potentieller Informationsempfänger durch den Sender immer schwieriger. Es genügt daher nicht, die zu verteilende Information allein aus Sicht des Senders zu bewerten. Vielmehr müssen die Sichten aller potentiellen Empfänger auf die betreffenden Informationen ermittelt und darauf aufbauend eine Bewertung der personenbezogenen Relevanz der Information vorgenommen werden.

Durch die beschriebene aufbauorganisatorische Integration in kleinen interdisziplinären Teams kann das Interesse an einer Information direkt durch verbale Kommunikation ermittelt werden. Dies ist aber nicht in bezug auf örtlich getrennt arbeitende Teammitglieder, parallel arbeitende Projektteams oder Kollegen aus der „Linie“ möglich. Daher muß deren Informationsbedarf elektronisch erfaßt werden, um einen Abgleich mit den zu verteilenden Informationen vornehmen zu können.

Der Informationsbedarf eines Mitarbeiters ist abhängig von der durch ihn wahrgenommenen Aufgabe und seiner Qualifikation zur Bewältigung dieser Aufgabe<sup>1</sup>. Durch Aufgabe und Qualifikationsniveau wird der Informationsbedarf inhaltlich ausgerichtet sowie bzgl. Umfang und Detaillierungsgrad bestimmt. Damit ist der Informationsbedarf eine individuelle Größe, die sich nur schwer direkt abbilden läßt. Daher muß die elektronische Erfassung des Informationsbedarfs auf indirektem Weg erfolgen.

Aufgabe und Qualifikation eines Mitarbeiters spiegeln sich in den Arbeitsergebnissen und den dazu genutzten Arbeitsmitteln, wie z.B. Informationsquellen, wider. Wie bereits festgestellt, werden die Arbeitsergebnisse zu einem überwiegenden Teil in Dokumenten festgehalten, wobei dies in ähnlicher Weise auch für die herangezogenen Informationsquellen gilt. Durch eine inhaltliche Klassifizierung von Ergebnisdokumenten und Informationsquellen kann folglich der Kontext des individuellen Informationsbedarfs ermittelt werden.

Eine derartige Klassifizierung ist unter Nutzung von Funktionen selbstlernender Systeme, welche teilweise schon zur assoziativen Suche eingesetzt werden, zu erreichen. Damit kann der Informationsbedarf indirekt über dessen Kontext erfaßt und in einem individuellen Informationsprofil abgebildet werden. Das Informationsprofil ist dabei ein nach inhaltlichen Gesichtspunkten gegliedertes Klassifizierungsschema. Ein solches Schema ist aus Klassen, welche aus Sicht der klassifizierenden Person inhaltlich vergleichbare bzw. miteinander verbundene Dokumente enthält, aufgebaut.

Der Lösungsansatz zur gezielten Informationsverteilung sieht vor, den Kontext einer zu verteilenden Information zu ermitteln und diesen mit dem Kontext der gebildeten Informati-

---

<sup>1</sup> Auch persönliche Interessensgebiete bestimmen den Informationsbedarf einer Person. Da dieser aber nicht unmittelbar der Aufgabenbewältigung dient, wird dieser Bedarf hier nicht weiter berücksichtigt.

onklassen zu vergleichen. Kann dabei ein hoher Übereinstimmungsgrad ermittelt werden, so ist der Klasseninhaber mit großer Wahrscheinlichkeit an der zu verteilenden Information interessiert. Durch dieses Vorgehen lassen sich potentiell interessierte Informationsempfänger kontextsensitiv ermitteln.

### *Aufbau individueller Informationsprofile*

Der Aufbau individueller Informationsprofile ist Voraussetzung für die Umsetzung des beschriebenen Ansatzes. Ein solches Profil entsteht, indem jeder einzelne Mitarbeiter zunächst Informationsklassen definiert, welche die für seine Aufgaben entscheidenden Dokumente aufnehmen. Die Klassifizierung muß dabei nicht für jedes Dokument manuell vorgenommen werden. Zur Automatisierung diesen Vorgangs werden einem künstlichen Neuronales Netz die für eine Informationsklasse charakterisierenden Begriffsmuster angeleert. In Bild 5-18 ist dieser Ablauf schematisch dargestellt.

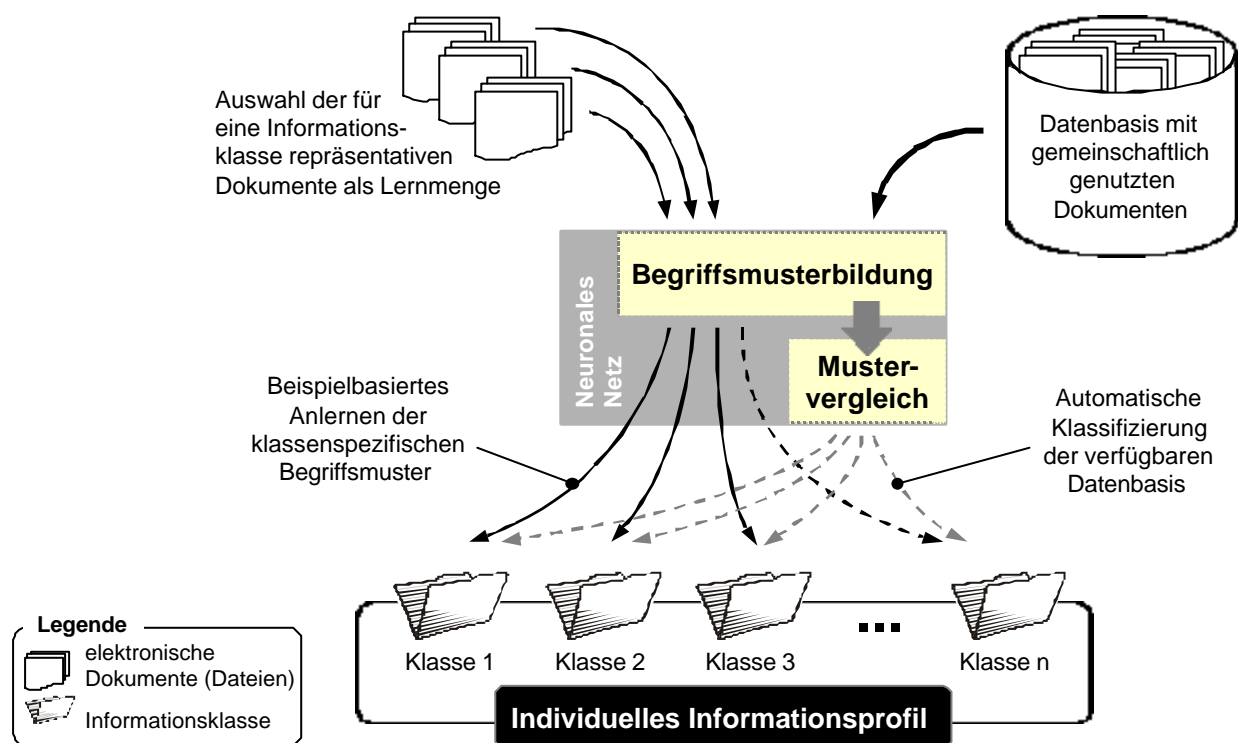


Bild 5-18: Aufbau eines individuellen Informationsprofils

Das Anlernen des Neuronales Netzes erfolgt beispielbasiert. Anhand einer kleinen Anzahl inhaltlich repräsentativer Dokumente (zwischen 10 und 50) wird das den Kontext beschreibende Begriffsmuster extrahiert und im Neuronales Netz abgelegt. Dabei erfolgt eine Gewichtung der Verbindungen des Neuronales Netzes anhand der Gemeinsamkeiten, welche in den Begriffsmustern der analysierten Lernmenge festgestellt werden.

Das im Neuronalen Netz gespeicherte Grundmuster dient anschließend als Vergleichsmaßstab zur automatisierten Einordnung der in der Datenbasis enthaltenen Dokumente. Dieser Vorgang ist identisch mit dem zur assoziativen Informationssuche (Abs. 5.3.2.1) beschriebenen Mustervergleich. Auch hier gilt, je höher der Übereinstimmungsgrad, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, inhaltlich vergleichbare Dokumente in eine gemeinsame Klasse einzuordnen.

Entscheidender Vorteil Neuronaler Netze ist deren Lernfähigkeit. Mit zunehmenden Umfang der Lernmenge kann das als Vergleichsmaßstab dienende Begriffsmuster verfeinert und in seinen Verbindungen gefestigt werden. Dadurch kann die Qualität des Klassifizierungsvorgangs gesteigert werden.

Wenngleich mit dem Klassifizierungsvorgang eine Neustrukturierung der Datenbasis aus Sicht eines einzelnen Mitarbeiters vorgenommen wird, ist dies nicht mit einer Veränderung der physikalischen Archivierungsstruktur verbunden. In den Klassen werden lediglich Zeiger (Links) auf die Dokumente in der Struktur nach inhaltlichen Gesichtspunkten zusammengefaßt. Auf diese Weise können beliebig viele Sichten auf die gleichen, gemeinschaftlich genutzten Dokumente erstellt werden. Letztlich wird dadurch das individuelle Kontextwissen jedes einzelnen Mitarbeiters in die Strukturierung der Dokumente einbezogen, ohne dabei mit den Sichten der anderen Mitarbeiter zu kollidieren.

#### *Identifizierung potentieller Informationsempfänger*

Mit dem Aufbau von Informationsprofilen gemäß der beschriebenen Vorgehensweise wird eine mathematisch auswertbare Beschreibung der „Arbeitsinhalte“ eines Mitarbeiters, aus dem sein Informationsbedarf resultiert, angelegt. Damit ist aber lediglich der erste Teil der Aufgabe, Informationsangebot und -bedarf in Übereinstimmung zu bringen, erfüllt. Im nächsten Schritt ist eine Zuordnung des Angebotes zu den individuellen Bedürfnissen der Mitarbeiter vorzunehmen.

Zur Identifizierung potentieller Informationsempfänger wird gemäß des in Bild 5-19 dargestellten Algorithmus vorgegangen. Zunächst wird der zu verteilende Text in ein von *Brainware* auswertbares Format, ANSI-Text, konvertiert. Aus diesem werden die den Inhalt des Textes charakterisierenden Begriffsmuster extrahiert. Der daraus systemintern gebildete Beschreibungsvektor wird mit den Beschreibungsvektoren der Informationsklassen aller übrigen Mitarbeiter verglichen und ein Übereinstimmungsgrad ermittelt. Überschreitet der ermittelte Übereinstimmungsgrad den definierten Mindestwert, so wird der betreffende Klasseninhaber namentlich identifiziert und als potentieller Informationsempfänger gekennzeichnet. Diese Prüfung erfolgt für alle zur Verfügung stehenden Informationsklassen in analoger Weise.

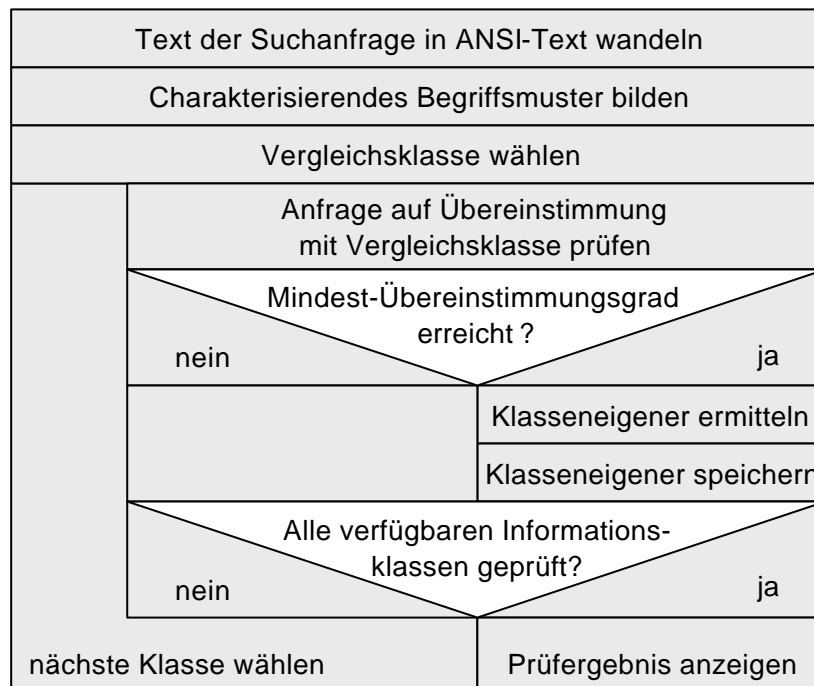


Bild 5-19: Identifizierung potentieller Informationsempfänger

Auf die geschilderte Art erfolgt eine kontextsensitive Auswahl potentieller Informationsempfänger. Diese sind geeignete Adressaten für eine Informationsverteilung nach dem Push-Prinzip. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, daß neben den identifizierten Mitarbeitern noch weitere Personen Verwendung für die betreffenden Informationen haben. Daher sollten die Informationen noch in einem „öffentlichen“ Forum, wie z.B. dem Intranet oder einem Projektverzeichnis, zugänglich gemacht werden. Hierauf kann die dem Pull-Prinzip folgende Funktion zur Informationssuche angewendet werden, so daß die möglicherweise noch nicht berücksichtigten Mitarbeiter diese Informationen finden, wenn sie einen konkreten Bedarf haben.

## 5.4 Komponente III: Monitoring

Die Qualität von Planungen wird maßgeblich durch die Aktualität des zugrunde liegende Planungsmodells, das die zu planenden Strukturen mit ihren Abhängigkeiten in abstrakter Weise abbildet, bestimmt. Im Produktengineering unterliegen diese Abhängigkeiten einem ständigen Veränderungsprozeß. Daher muß das Planungsmodell entsprechend angepaßt werden, um dessen Aktualität zu bewahren. Die Verläufe von Informationsflüssen im Produktengineering sind geeignete Indikatoren zur Feststellung derartiger Veränderungen.

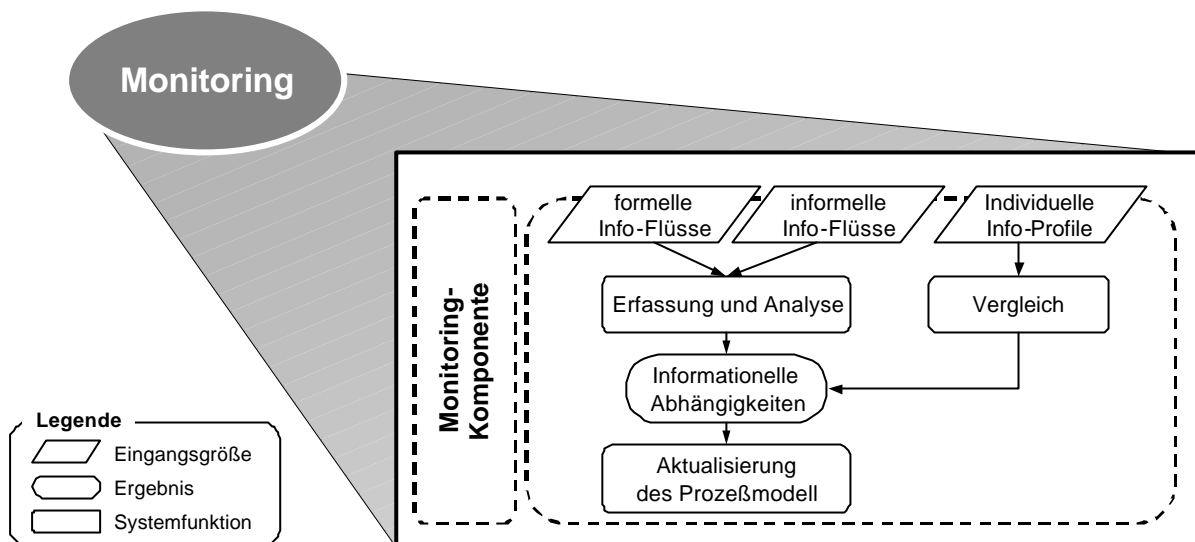


Bild 5-20: Bestandteile und Funktionen der Monitoring-Komponente

Eine Aufgabe der Monitoring-Komponente (Bild 5-20) ist es daher, die formellen und informellen Informationsflüsse zu erfassen und zu analysieren, so daß auf veränderte Abhängigkeiten im Produktengineering geschlossen werden kann. Als weiterer Indikator eignen sich die individuellen Informationsprofile. Durch einen wechselseitigen Abgleich können vergleichbare Informationsbedürfnisse und damit mögliche Abhängigkeiten zwischen Stellen bzw. Teilprozessen im Unternehmen offenbart werden. In Verbindung dienen diese Funktionen der Anpassung des Prozeßmodells, indem neue Abhängigkeiten nachgeführt und nicht mehr gegebene Abhängigkeiten aus diesem Modell entfernt werden.

#### 5.4.1 Erfassung und Analyse von Informationsflüssen

Der Trennung zwischen formellen und informellen Informationsflüssen folgend, sollen die darauf aufbauenden Möglichkeiten zur Feststellung von Abhängigkeiten im Engineering-prozeß separat untersucht werden.

##### 5.4.1.1 Formelle Informationsflüsse

Da formelle Informationsflüsse einem geplanten Ablauf folgen, steht mit dem Ablaufplan bzw. dem daraus resultierenden Workflow auch gleichzeitig ein Vergleichsmaßstab zur Verfügung. Anhand dessen kann die Planmäßigkeit des tatsächlichen Flusses beurteilt und ggf. Veränderungen festgestellt werden. Die hierfür ausschlaggebenden Indikatoren sind Ad-hoc-Workflows. Diese müssen erstellt werden, wenn aufgrund von Unzulänglichkeiten der Planungsgrundlage eine Anpassung des geplanten Workflows an die tatsächlichen Verhältnisse im Engineeringprozeß erforderlich ist. Das ist der Fall, wenn z.B. ein Teilprozeß im Prozeßmodell fehlt oder Abhängigkeiten zwischen Teilprozessen nicht adäquat abgebildet sind. Demzufolge resultieren Ad-hoc-Workflows aus systematischen Fehlern der Planungsgrundlage und stellen damit wichtiges prozeßori-

Fehlern der Planungsgrundlage und stellen damit wichtiges prozeßorientiertes Wissen dar. Dieses Wissen wird bei konventionellen WFMS zumeist als Fallbibliothek bereitgestellt. Dies ist ausreichend, wenn die Workflow-Erstellung manuell durch Kombination von Prozeßabschnitten aus der Fallbibliothek erfolgt. Bei einer automatisierten Workflow-Generierung muß dagegen das Prozeßmodell angepaßt werden. In Anlehnung an *Wargitsch* [WAR\_97] und *Argyris* [ARG\_94] kann dieser Vorgang, wie in Bild 5-21 dargestellt, als doppelter Lernzyklus (Double-Loop-Learning) modelliert werden.

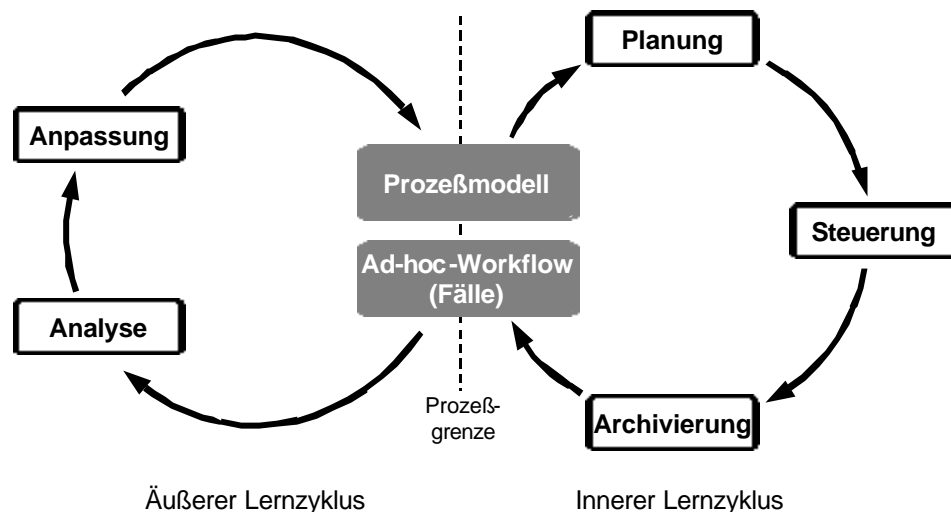


Bild 5-21: Doppelter Lernzyklus

Im inneren Lernzyklus werden die Defizite des geplanten Workflows festgestellt und durch die Erstellung von Ad-hoc-Workflows in bezug auf den aktuellen Prozeß beseitigt (Steuerung). Durch die Archivierung der Ad-hoc-Workflows wird das damit erlangte Wissen gesichert. Im Rahmen des äußeren Lernzyklus werden die Fälle auf Gemeinsamkeiten untersucht und bei ausreichender Signifikanz eine Anpassung des Prozeßmodells vorgenommen.

Aufgrund des flexibel zu gestaltenden Prozeßmodells kann davon ausgegangen werden, daß nur eine geringe Anzahl an Ad-hoc-Workflows erstellt werden muß. In diesem Fall reicht ein manuell vorgenommener Vergleich der Ad-hoc-Workflows mit dem ursprünglichen Ablaufplan aus. In gleicher Weise, wie der geplante Ablauf als Workflow im WFMS implementiert wird (siehe Abs. 5.3.1), kann aber auch eine entsprechende Extraktion der Ad-hoc-Workflows durchgeführt werden. Dies eröffnet die Möglichkeit, die Workflow-Varianten systemgestützt miteinander zu vergleichen und so gehäuft in gleicher Art auftretende Änderungen festzustellen.

Aus dem Ergebnis der Analyse lassen sich zwei Aspekte in bezug auf das Prozeßmodell ableiten. Zum einen beinhalten Ad-hoc-Workflows Abhängigkeiten zwischen Teilprozessen, welche im Prozeßmodell nicht abgebildet sind und daher bei der Planung nicht

ausreichend berücksichtigt werden. Zum anderen beinhalten die Abschnitte des ursprünglich geplanten Workflow, welche durch Ad-hoc-Workflows angepaßt wurden, nicht mehr vorhandene Abhängigkeiten, die im Prozeßmodell noch enthalten sind. Sie müssen aus dem Modell entsprechend entfernt werden.

#### 5.4.1.2 Informelle Informationsflüsse

Während formelle Informationsflüsse auf antizipierbaren Beziehungen zwischen Teilprozessen basieren, resultieren informelle Informationsflüsse aus situativ entstandenen Informationsbedürfnissen (Abs. 5.3.2). Die zur Deckung dieser Bedürfnisse konzipierten Funktionen, Informationssuche und -verteilung, bestimmen damit auch die Möglichkeiten, durch ein entsprechendes Monitoring auf Abhängigkeiten im Engineeringprozeß zu schließen.

Um Abhängigkeiten zwischen Teilprozessen respektive Stellen erkennen zu können, müssen sowohl Informationssender als auch -empfänger genau bestimmbar sein. Bei Informationsflüssen, welche dem Pull-Prinzip folgen, kann dies nicht mit ausreichender Verlässlichkeit gewährleistet werden. Prinzipbedingt kommt es hier durch das Einstellen von Dokumenten auf einer gemeinsam genutzten Datenbasis zu einer Entkopplung zwischen Informationssender und -empfänger. Ohne die Erfassung von zusätzlichen dokumentbeschreibenden Metadaten, wie sie z.B. bei Nutzung eines PDMS oder DMS angelegt werden, gehen die Informationen über den Sender verloren. Ein Informationssystem sollte sich soweit wie möglich in ein bestehendes informationstechnisches Umfeld einfügen, jedoch sollte die Funktionalität des Systems nicht vom Vorhandensein bestimmter Elemente wie z.B. eines PDMS abhängig sein. Da der Einsatz von PDMS oder DMS nicht als Standard gelten kann, können informelle Informationsflüsse, welche unter Nutzung der Funktion „Informationssuche“ zustande kommen, nicht zur Überprüfung des Prozeßmodells herangezogen werden.

Im Gegensatz dazu können bei der dem Push-Prinzip folgenden Verteilung von Informationen sowohl Sender als auch Empfänger eindeutig identifiziert werden. Demzufolge lassen sich entsprechende informelle Informationsflüsse vollständig beschreiben. Es ist jedoch zu beachten, daß die Informationsflüsse zunächst lediglich auf Basis eines angenommenen Informationsbedarfs erfolgen. Daß seitens des Empfängers mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Bedarf besteht, wird durch den inhaltlichen Abgleich zwischen der zu verteilenden Information und den Informationsprofilen der potentiellen Empfänger sichergestellt. Da der Informationsbedarf aber indirekt über die Arbeitsinhalte der potentiellen Empfänger ermittelt wird, muß der Bedarf nicht unbedingt auch tatsächlich gegeben sein. So kann z.B. ein ermittelter Empfänger die betreffende Information bereits von anderer Stelle erhalten

haben, so daß eher eine Abhängigkeit von dieser Stelle zu vermuten ist. Aufgrund dieser Aussageunsicherheit können die erfolgten Informationsflüsse nicht ohne weiteres in die Analyse einbezogen werden. Ein für die Analyse relevanter Informationsfluß ist vielmehr erst dann gegeben, wenn die verteilte Information auf Seiten des Empfängers auch tatsächlich einen Informationsbedarf deckt.

Notwendigerweise müssen informelle Informationsflüsse durch den Empfänger bewertet werden, um in eine Auswertung einbezogen werden zu können. Dies kann vergleichbar zu einer im Internet häufig angewendeten Technik erfolgen. Insbesondere Nachrichtenagenturen lassen hier einzelne Beiträge durch die Leser beurteilen, so daß deren Informationsbedarf besser ermittelt werden kann. Eine für die Auswertung sinnvolle Abstufung der Bewertung zeigt Tabelle 5-1.

*Tabelle 5-1: Bewertungsstufen für die Einordnung versandter Informationen seitens des Empfängers*

<b>Bewertung</b>	<b>Bewertungstext</b>
0	Kein diesbezüglicher Informationsbedarf vorhanden
1	Von allgemeinem Interesse (Sekundärbedarf)
2	Als Eingangsgröße für die Aufgabenstellung erforderlich (Primärbedarf)

Ziel der Informationsflußanalyse ist es, noch nicht im Prozeßmodell enthaltene Abhängigkeiten festzustellen und diese ggf. nachzuführen. Daher werden in die Auswertung informeller Informationsflüsse nur diejenigen einbezogen, welche durch den Empfänger mit der Wertung 2 versehen werden. Da diese zur Bewältigung der Aufgabenstellung erforderlich sind, kennzeichnen sie den primären Informationsbedarf. Allein diese Informationsflüsse rechtfertigen eine Verknüpfung der Teilprozesse im Prozeßmodell, wodurch bei nachfolgenden Planungen der Prozeßverlauf beeinflußt wird. Die Informationsflüsse, welche die Wertung 1 erhalten, kennzeichnen dagegen den sekundären Informationsbedarf und haben daher keine unmittelbare Auswirkung auf den Prozeßablauf.

Die Umsetzung des beschriebenen Monitoring (Bild 5-22) erfolgt in der Schrittfolge:

1. Erfassung der informellen Informationsflüsse
2. Analyse der personengebunden ermittelten Beziehungen
3. Synthese der prozeßbezogenen Beziehungen



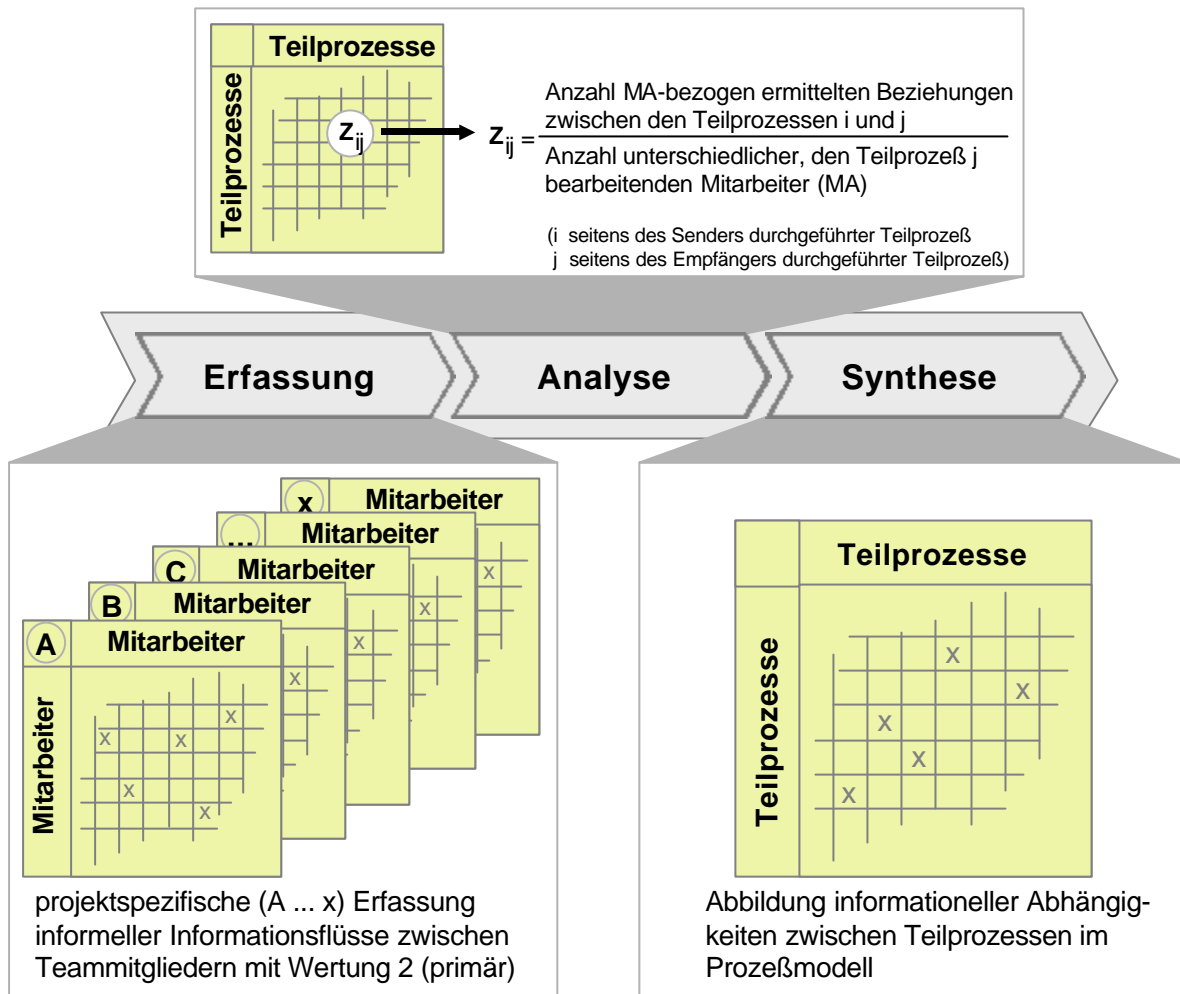


Bild 5-22: Monitoring informeller Informationsflüsse

Zunächst werden die in den Engineeringprozeß eingebundenen Mitarbeiter in einer projektspezifisch zu pflegenden Matrix einander gegenüber gestellt. Bei entsprechend auftretenden Informationsflüssen der Wertung 2 wird eine Verknüpfung zwischen dem Sender und Empfänger in der Matrix hergestellt. Damit werden allerdings lediglich personengebundene Beziehungen auf Mitarbeitererebene erfaßt. Diese können zur Ablaufplanung herangezogen werden, wenn die gleichen Teilprozesse von den gleichen Mitarbeitern bearbeitet werden. Allerdings ist eine Verallgemeinerung auf Prozeßebene nicht möglich. Dazu ist es notwendig, die registrierten Informationsflüsse projektübergreifend zu analysieren. Die Analyse erfolgt anhand einer Kennzahl, welche die Intensität der Informationsflüsse auf Ebene der Teilprozesse kennzeichnet. Diese Kennzahl berechnet sich als Quotient aus der Anzahl personengebunden ermittelter Beziehungen zwischen zwei Teilprozessen und der Anzahl unterschiedlicher Mitarbeiter, welchen den empfängerseitigen Teilprozeß bearbeitet haben. Ist der Quotient größer oder gleich  $2/3$  so ist eine Übertragung der Beziehung auf Prozeßebene vorzunehmen (Synthese). Der Grenzwert ist so gewählt, daß bei dauernd gleicher Besetzung eines Teilprozesses die personengebundene Übertra-

gung vorgenommen wird. Wird der Teilprozeß aber von unterschiedlichen Mitarbeitern durchgeführt, so muß die überwiegende Mehrheit eine solche Beziehung im Prozeßmodell rechtfertigen. Diese Mehrheit muß dann durch eine mindestens dreimalige Durchführung des Teilprozesses in unterschiedlichen Projekten hergestellt werden.

Werden trotz der kennzahlbasierten Prüfung Beziehungen zwischen Teilprozessen gesetzt, die nicht den realen Verhältnissen entsprechen, führt dies in der Praxis zu Prozeßanpassungen mittels Ad-hoc-Workflows. Da diese auch einem Analysevorgang unterworfen werden, können somit mögliche Fehler des Prozeßmodells festgestellt und korrigiert werden.

#### **5.4.2 Vergleich individueller Informationsprofile**

Neben der Informationsflußanalyse ist mit dem Vergleich der individuell erstellten Informationsprofile eine weitere Option zur Feststellung von Abhängigkeiten im Engineeringprozeß gegeben. Grundlage dieser Funktion ist der Ansatz, daß gemeinsam genutzte Dokumente als Hinweis auf informationelle Abhängigkeiten interpretiert werden können. Diese Abhängigkeiten ergeben sich aus der gemeinsamen Verwendung von Informationen als Ausgangsgröße (Sender) bzw. Eingangsgröße (Empfänger). Um also entsprechende Beziehungen durch einen Vergleich der Informationsprofile ermitteln zu können, muß im Profil eine übergeordnete Trennung der Informationsklassen nach den Kategorien „Eingang“ und „Ausgang“ vorgenommen werden.

Durch einen paarweisen Vergleich zwischen den Informationsklassen der Kategorie „Ausgang“ des Senders und der Kategorie „Eingang“ des Empfängers lassen sich gleiche Dokumente identifizieren. Da aufgrund der individuellen Sichtweisen gleiche Dokumente in unterschiedliche Klassen eingeordnet sein können, ist der Vergleich klassenübergreifend durchzuführen. Das heißt, daß alle Dokumente der Kategorie „Ausgang“ allen Dokumenten der Kategorie „Eingang“ gegenübergestellt werden. Werden Gemeinsamkeiten gefunden, so kann daraus auf eine gerichtete Beziehung zwischen Sender und Empfänger geschlossen werden. Die Beurteilung, inwieweit eine Gemeinsamkeit und damit eine Beziehung zwischen den Klasseninhabern besteht, erfolgt anhand einer Kennzahl, die den Übereinstimmungsgrad der verglichenen Dokumente quantifiziert. Diese Kennzahl wird in gleicher Weise zur Identifizierung geeigneter Dokumente im Rahmen der Informationssuche sowie bei der automatischen Klassifizierung von Dokumenten zum Aufbau individueller Informationsprofile ermittelt.

Auf diese Weise kann ein auf Dokumenten basierendes Beziehungsbild zwischen den in den Engineeringprozeß involvierten Mitarbeitern angefertigt werden. Allerdings ist dieses Bild ausschließlich auf Individuen bezogen und kann daher nicht mit Abhängigkeiten

zwischen Teilprozessen gleichgesetzt werden. Die Übertragbarkeit der festgestellten personenbezogenen Beziehungen auf zugrunde liegende Teilprozesse muß durch die Beteiligten selbst beurteilt werden. An dieser Stelle kann nicht auf die Erfahrungen der Beteiligten verzichtet werden. Eine direkte, automatisierte Aktualisierung ist daher durch den Vergleich der Informationsprofile nicht zu erzielen. Der Vergleich liefert jedoch wertvolle Hinweise zur Aufdeckung bisher nicht offenbar gewordener Beziehungen im Engineeringprozeß.

## 6 Softwaretechnische Umsetzung und praktische Verifizierung

Von den in Kapitel 5 erläuterten methodischen Grundlagen zur Planung, Steuerung und zum Monitoring von Informationsflüssen im Kooperativen Produktengineering ausgehend, erfolgte die softwaretechnische Umsetzung dieser Komponenten in einem Prototypen. Aufgrund der in sich geschlossenen Funktionsumfänge wurde dabei die Gliederung in Komponenten auf die Architektur der Software übertragen. Eine detaillierte Beschreibung sowohl des Funktionsmodells als auch der Softwarearchitektur wird in Abs. 6.1 gegeben. Daran schließt sich in Abs. 6.2 eine Beschreibung der Software-Implementierung an.

Die prototypische Umsetzung der Systemkomponenten dient der Verifizierung und Bewertung des Konzeptes hinsichtlich seiner Praxistauglichkeit. Im Rahmen zweier konkreter Anwendungsbeispiele wird dieser Aspekt untersucht (Abs. 6.3). Abschließend wird ein Resümee der Piloteinsätze gezogen, das eine Aufwand-Nutzen-Betrachtung für das Informationssystem beinhaltet (Abs. 6.4).

### 6.1 Konzept des Informationssystems

#### 6.1.1 Funktionsmodell

Der Nutzen, den ein Anwender aus dem Einsatz eines Software-Systems ziehen kann, ergibt sich aus dessen Einzelfunktionen und ihrem aufeinander abgestimmten Zusammenwirken. Eine Funktion kennzeichnet dabei das Verhalten des Systems in bezug auf die Umwandlung einer Eingangs- in eine Ausgangsgröße [WAH\_00]. Das Funktionsmodell eines Software-Systems ist demnach eine anschauliche Darstellung des Systemverhaltens bezüglich seiner Eingangsgrößen, um einen bestimmten Zweck zu erfüllen.

Der Zweck des Informationssystems ist die bedarfsgerechte Versorgung der in den Engineeringprozeß involvierten Mitarbeiter mit Informationen. Die zur Erfüllung diesen Zwecks notwendigen Funktionen sind in Kap. 5 bereits beschrieben worden. Bild 6-1 faßt diese Funktionen zu einem Funktionsmodell für das Gesamtsystem zusammen und verdeutlicht so das Zusammenwirken der Teilfunktionen über die einzelnen Komponenten hinweg. Die Pfeile zwischen den Teilfunktionen kennzeichnen systemintern ablaufende Datenübergänge.

Im Funktionsmodell ist deutlich zu erkennen, daß die Steuerung des formellen Informationsflusses unmittelbar auf den Ergebnissen der Planung, die in Form eines Workflows in ein WFMS übertragen werden, aufbaut. Parallel dazu erfolgt in Reaktion auf situativ auftretenden Informationsbedarf die Steuerung der informellen Informationsflüsse. Durch die Analyse sowohl der formellen als auch der informellen Informationsflüsse werden Bezie-

hungen zwischen Teilprozessen ermittelt und die Planungsgrundlage entsprechend aktualisiert. Diese aktualisierte Grundlage wird dann für nachfolgende Planungen herangezogen. Dadurch wird das angestrebte projektübergreifende, prozeßorientierte Wissensmanagement realisiert.

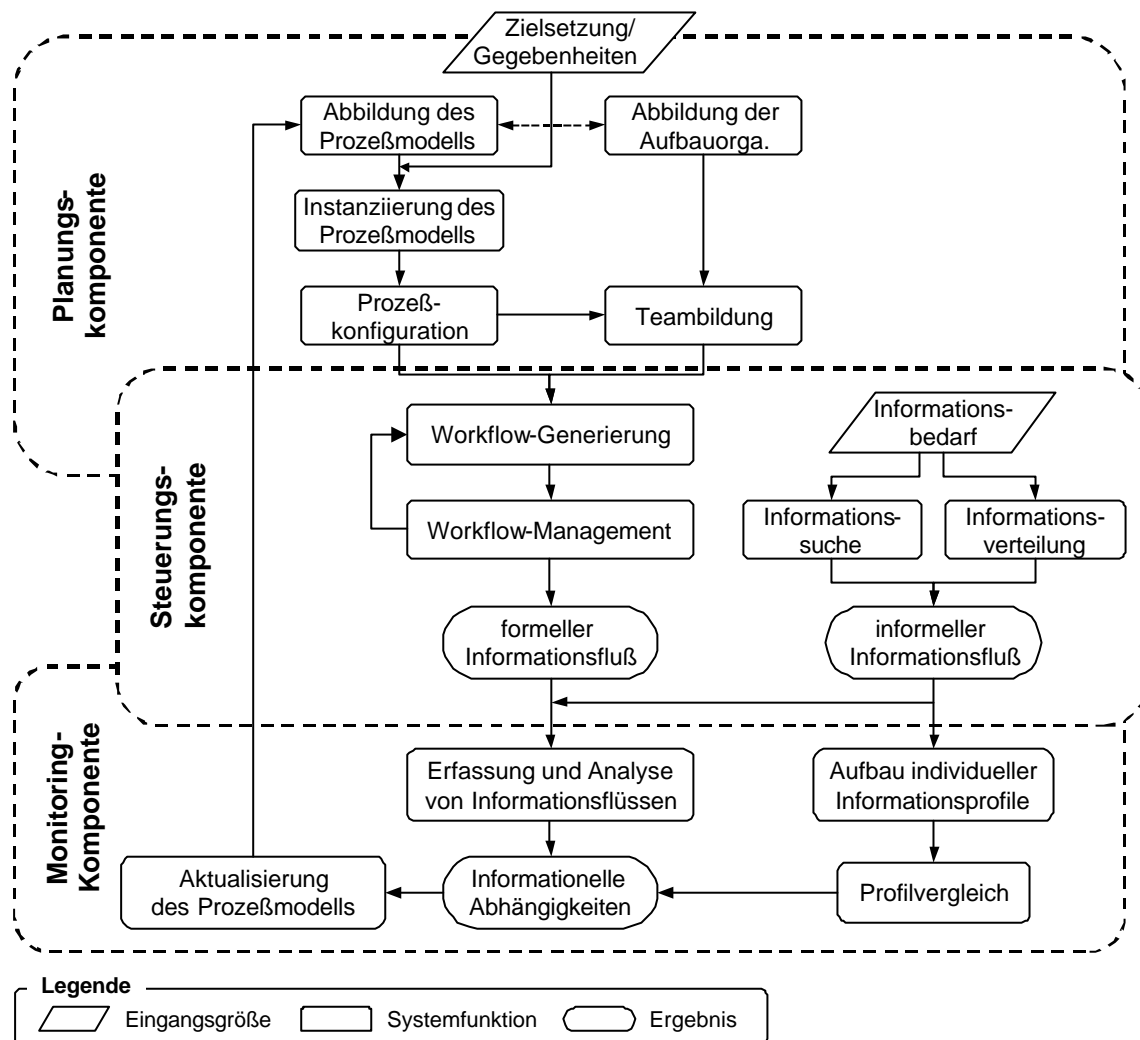


Bild 6-1: Funktionsmodell des Informationssystems

### 6.1.2 Systemarchitektur

Das Funktionsmodell gibt Auskunft über Datenbewegungen und Datentransformationen, es sagt jedoch nichts über den Aufbau des Systems selbst aus. Neben allgemeinen Kriterien, wie z.B. Funktionserfüllung, Benutzerfreundlichkeit, Flexibilität und Zuverlässigkeit, wird der Systemaufbau durch die Einsatzbedingungen und Nutzungsformen bestimmt. Hierzu sind in den vorangegangenen Kapiteln bereits Aussagen gemacht worden, die im folgenden zusammengefaßt dargestellt werden. Anschließend werden daraus Anforderungen an die Software-Architektur abgeleitet.

Charakteristisch für das hier entwickelte Informationssystem ist sein Einsatz im Rahmen von Projekten<sup>1</sup>. Damit obliegt die Planung einem verantwortlichen Mitarbeiter (Projektleiter), der zu Projektbeginn bestimmt wird und die Projektgestaltung in ablauf- und aufbauorganisatorischer Hinsicht vornimmt. Die Planungsfunktionen werden demzufolge nur von einem einzelnen Mitarbeiter bzw. einem sehr eingegrenzten Personenkreis genutzt. Eine gleichzeitige Anwendung an unterschiedlichen Standorten, also eine verteilte Nutzung, ist nicht notwendig. In bezug auf die Architektur der Software bedeutet dies, daß die Planungskomponente als eine in sich geschlossene, weitgehend unabhängig funktionierende (stand alone) Anwendung, welche den Projektablaufplan als Ausgangsgröße bereitstellt, aufgebaut werden kann.

Die Teammitglieder sind über Computer-Netzwerke informationstechnisch miteinander verbunden, aber nicht zwingend örtlich konzentriert. Der Ablaufplanung entsprechend erfolgt die Steuerung der formellen Informationsflüsse zwischen den Teammitgliedern mittels eines WFMS. Die hierzu notwendige Prozeßdefinition wird durch Übertragung des zuvor erstellten Projektablaufplanes in das WFMS vorgenommen. Zur Kopplung der Planungskomponente mit dem WFMS ist demzufolge eine Schnittstelle herzustellen bzw. eine vorhandene Schnittstelle des WFMS zu nutzen. Damit ist die Steuerung der formellen Informationsflüsse ebenfalls eine in sich geschlossene Anwendung, die prinzipiell auch ohne die übrigen Komponenten des Informationssystems eingesetzt werden kann.

Situativ bedingter Informationsbedarf kann bei jedem der Teammitglieder im Verlauf des Projektes entstehen. Da dies sowohl für bewußt als auch unbewußt entstehenden Informationsbedarf gilt, müssen die Funktionen zur Steuerung der informellen Informationsflüsse, die assoziative Informationssuche und kontextsensitive Informationsverteilung, allen Beteiligten zur Verfügung stehen. Für den Aufbau individueller Informationsprofile gilt diese Aussage gleichermaßen. Daher müssen die Informationsprofile auf einem zentralen Server abgelegt werden, um darüber potentielle Informationsempfänger ermitteln zu können.

In der betrieblichen Praxis werden häufig Massenspeicher (Festplatten, CD-Laufwerke, etc.) als zentrale File-Server zur Archivierung der projektrelevanten Dokumente genutzt. Diese dienen für das Informationssystem als primäre Informationsquelle. Bei bereichs- und/oder unternehmensübergreifender Zusammenarbeit können unter Umständen auch mehrere solcher File-Server eingesetzt werden. Das System ist daher so zu gestalten, daß mehrere Massenspeicher in die Informationssuche eingebunden werden können.

---

<sup>1</sup> Der Einsatz ist nicht auf diesen Bereich beschränkt, jedoch ist er besonders bei den in immer wieder veränderten Formen durchgeführten Projekten im Produktengineering sinnvoll. Gut determinierbare Prozesse profitieren nicht in einem vergleichbaren Maß von den konzipierten Planungs- und Informationssteuerungsfunktionen, da hier die angebotene Flexibilität nicht benötigt wird.

Das Monitoring der Informationsflüsse erfolgt prozeßbegleitend unter Einbeziehung aller Beteiligten. Daher besteht zwischen der Steuerungs- und der Monitoring-Komponente eine funktionale Verbindung. Die Analyse der Informationsflüsse wird allerdings wiederum nur von einem sehr eingegrenzten Personenkreis durchgeführt, so daß die Benutzerschnittstellen der Monitoring-Komponente und der Steuerungskomponente voneinander getrennt werden müssen.

Die entwickelte Architektur ist in Bild 6-2 unter Anlehnung an *Rasch* [RAA\_91] als Schichtenmodell dargestellt. Die unterste Schicht wird durch das Betriebssystem, das die Steuerung von Hardwarefunktionen übernimmt, gebildet. Darauf setzt die Datenbanksystem-Schicht auf, welche die Eingangs- und Ausgangsgrößen für die Funktionen der Anwendungsschicht aufnimmt. Die oberste Schicht bildet die Benutzerschnittstelle. Diese ist für die Bedienung des Systems durch den Nutzer notwendig und als einzige Schicht für diesen sichtbar.

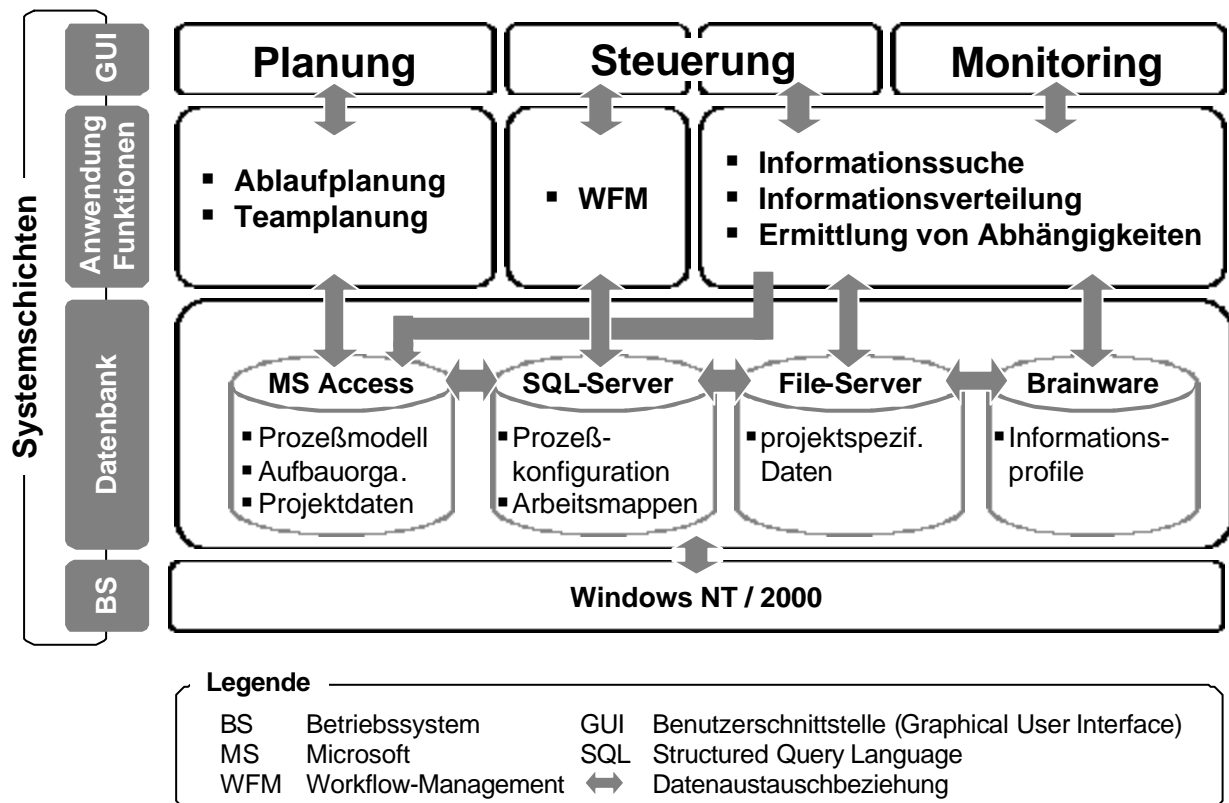


Bild 6-2: Architektur des Informationssystems

Auf der Ebene des Betriebssystems wird auf der neuesten Entwicklung der Firma Microsoft in diesem Bereich, dem System *Windows NT/2000* aufgebaut. Da dieses Betriebssystem einen sehr hohen Verbreitungsgrad hat, können gravierende Einschränkungen des Systemeinsatzes aufgrund des ausgewählten Betriebssystems ausgeschlossen werden.

Die Datenbank-Schicht enthält vier unterschiedliche Datenquellen, die teilweise miteinander gekoppelt sind. So werden das Referenzmodell, die unternehmensspezifische Aufbau- und Ablauforganisation sowie die gebildeten Projektabläufe in einer *Access-Datenbank* gespeichert. Sowohl die Funktionen der Planungs- als auch der Monitoring-Komponente greifen auf diese Daten zurück bzw. verändern diese. Mit der Kopplung der beiden Komponenten durch die Nutzung einer gemeinsamen Datenbank wird ein geschlossener Regelkreis im Informationssystem hergestellt. Der *SQL-Server* ist eine anwendungsspezifische Datenbank des eingebundenen WFMS. In diese Datenbank werden die mit der Planungskomponente erstellten Projektkonfigurationen übertragen. Des Weiteren enthält diese Datenbank die Arbeitsmappen, die Teil eines Prozeßdurchlaufs sind und die zu bearbeitenden Dokumente aufnehmen. Der bzw. die *File-Server* enthalten die Dokumente, welche die elektronische Informationsbasis für die Projektdurchführung darstellen. Auf diese Dokumente werden sowohl durch das WFMS als auch durch die Funktion „*Informationssuche*“ zugegriffen, um den in einer Anfrage formulierten Informationsbedarf zu decken. Als vierte Datenquelle fungiert *Brainware*, das die individuellen Informationsprofile der Mitarbeiter aufnimmt. *Brainware* ist eine Software der Firma SER Systems AG, dessen Software-Kern (Engine) für die Entwicklung der konzipierten Funktionen zur Informationssuche und -verteilung genutzt wurde. In Abs. 6.2.2.1 wird der Aufbau und die Funktionsweise von *Brainware* näher erläutert.

Die eigentliche Datenverarbeitung findet auf der Anwendungs- bzw. Funktionsschicht statt. Diese ist entsprechend der in Kapitel 5 vorgenommenen Gliederung in Komponenten strukturiert, wobei allerdings in Teilen eine Überschneidung zwischen der Steuerungs- und Monitoring-Komponente besteht. Da das Monitoring der Informationsflüsse prozeßbegleitend erfolgt, ist eine Kopplung mit den Funktionen, welche die Informationsflüsse auslösen, erforderlich. Planungskomponente und WFMS sind dagegen unabhängige Teile des Gesamtsystems und können auch isoliert eingesetzt werden.

Die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Komponenten bestimmt auch die Gestaltung der Benutzerschnittstellen in Form graphischer Oberflächen. Um einen vom Gesamtsystem unabhängigen Einsatz der Planungskomponente und des WFMS zu gewährleisten, besitzen diese eigene Oberflächen. Während die Planungskomponente eine vollständige Eigenentwicklung ist, wird das WFMS und damit dessen Oberfläche lediglich eingebunden. Die weiteren Funktionen zur Steuerung der informellen Informationsflüsse werden den Benutzern über eine eigene Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Da das Monitoring und die Analyse der Informationsflüsse keine allgemein verfügbaren, sondern administrative Funktionen sind, sind die Oberflächen der Steuerungs- und Monitoring-Komponente voneinander getrennt.



## 6.2 Implementierung der Systemkomponenten

Die prototypische Implementierung des Informationssystems dient der Verifizierung der in Kap. 5 entwickelten Funktionen. Teilfunktionen wurden unter Nutzung bestehender, käuflich erhältlicher oder zu Forschungszwecken frei verfügbarer Software-Elemente realisiert. Sofern die bestehenden Software-Elemente eingebunden, aber selbst nicht wesentlich verändert wurden, wird auf eine detaillierte Beschreibung des Aufbaus und Funktionsweise verzichtet. Dies gilt für das WFMS SERfloware der Firma SER Systems AG und den Algorithmus zur Reihenfolgebildung von *Eppinger*. Da die Kernfunktionen der Klassifizierungssoftware *Brainware* zur Implementierung einer neuartigen Anwendung genutzt wurden, soll hierauf näher eingegangen werden.

Die programmtechnische Umsetzung erfolgte auf Basis weit verbreiteter Entwicklungswerkzeuge der Firma Microsoft. Hierzu zählen Visual Basic 6.0 für die Planungs- und Monitoring-Komponente sowie Visual C++ 6.0 für die Steuerungskomponente als auch die Datenbanksoftware Access.

### 6.2.1 Komponente I: Planung

Die einfache Konfiguration und im Hinblick auf den Informationsfluß optimierte Planung von Projektabläufen sowie eine entsprechend geeignete Besetzung der Projektteams sind die grundlegenden Ziele, die durch den Einsatz der Planungskomponente erreicht werden sollen. Als Eingangsgrößen sind hierzu der Referenzprozeß, die unternehmensspezifische Ablauf- und Aufbauorganisation sowie die Zielsetzung bzw. Rahmenbedingungen eines zu planenden Projektes erforderlich. Referenzprozeß und Unternehmensorganisation sind mittelfristig konstante Größen. Daher werden diese in einer Datenbank abgelegt, um nicht für jeden Planungsvorgang neu definiert werden zu müssen. Diese Daten werden als Stammdaten bezeichnet und sind im Zuge der Einführung des Systems einmalig anzulegen. Im Gegensatz dazu sind die Zielsetzung und Rahmenbedingungen projektspezifische Größen und können daher erst zum Zeitpunkt der Planung in das System einfließen. Eine Zielsetzung kann z.B. die Entwicklung einer Produktvariante sein, weshalb viele für eine Neuentwicklung notwendige Teilprozesse nicht durchgeführt werden müssen. Zu berücksichtigende Rahmenbedingungen sind z.B. Kooperationen mit anderen Unternehmen, die einen Teil der Entwicklungsaufgaben übernehmen. Diese Eingangsinformationen fließen indirekt in die Prozeßkonfiguration ein. Dies geschieht, indem der Benutzer die Zielsetzungen und Rahmenbedingungen zunächst ermittelt, analysiert und darauf aufbauend entscheidet, welche Teilprozesse zur Zielerreichung erforderlich sind. Diese Teilprozesse können dann manuell ausgewählt werden und in Abhängigkeit von den Beziehungen zwischen diesen Teilprozessen kann eine optimale Reihenfolge für die Projektdurchführung gebildet werden. Für die Anlage der Stammdaten, die Auswahl der Teilprozesse

sowie für die Bearbeitung der Planungsgrundlage stehen einfach zu bedienende, graphische Oberflächen als Benutzerschnittstellen zur Verfügung.

### 6.2.1.1 Gestaltung der Datenbank

Zur Abbildung der Planungsdaten wurde die weitverbreitete Standardsoftware MS Access eingesetzt. Die Anwendung dieser Standardsoftware begünstigt eine Implementierung im betrieblichen Umfeld, da diese Software in vielen Unternehmen bereits vorhanden ist und daher nicht extra eingeführt werden muß.

MS Access ist ein relationales Datenbanksystem, welches sich aufgrund der überschaubaren Komplexität der zugrunde liegenden Datenstrukturen für den hier betrachteten Anwendungsfall sehr gut eignet. Tabellen und Relationen sind die wesentlichsten Grundelemente einer relationalen Datenbank.

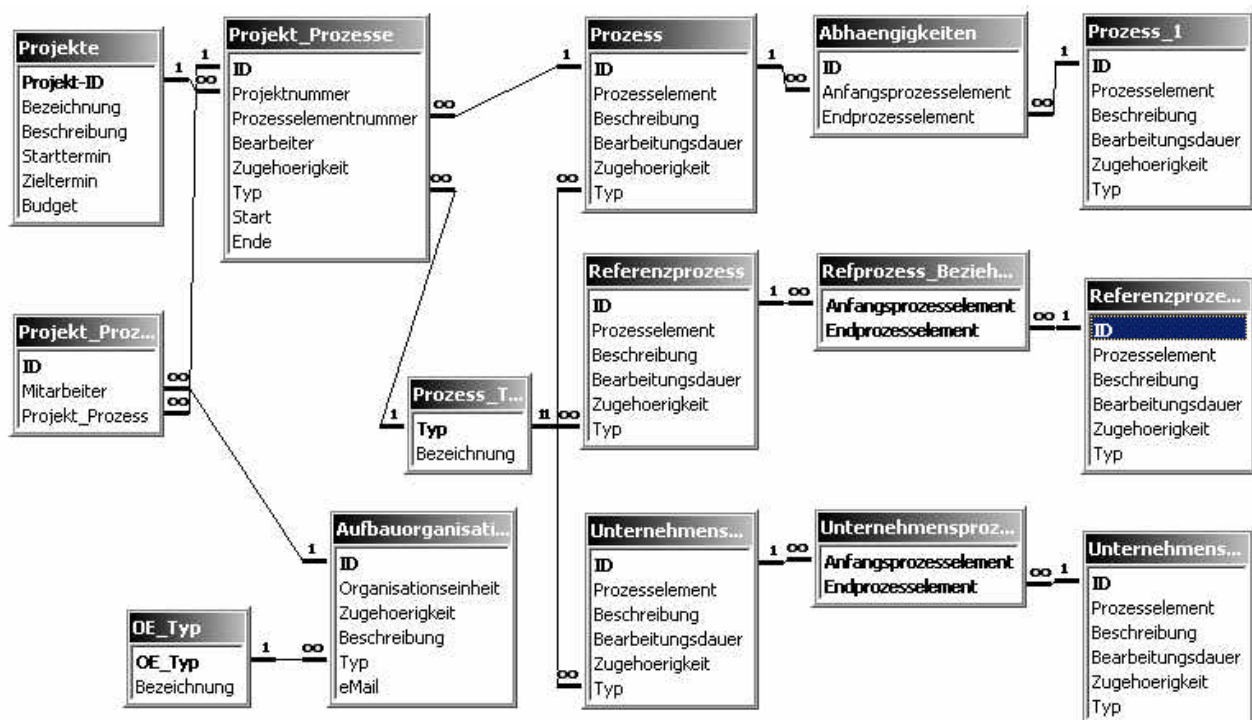


Bild 6-3: Datenmodell der Planungskomponente

Bild 6-3 enthält den für die Planungskomponente relevanten Teil des Datenmodells. Referenzprozeß und unternehmensspezifische Ablauforganisation werden in separaten Tabellen („Referenzprozeß“, „Unternehmensprozeß“) abgebildet, um durch eine Zuordnung und anschließende Überlagerung der beiden Prozesse die Planungsgrundlage (Tabelle „Prozeß“) zu erzeugen. Aus diesem Maximal katalog können die durchzuführenden Teilprozesse ausgewählt und ein neues Projekt (Tabelle „Projekte“) angelegt werden. Durch Zuordnung einer Organisationseinheit (Tabelle „Aufbauorganisation“) wird bestimmt,

welche Einheit innerhalb des zu planenden Projekts für die Durchführung des Teilprozesses verantwortlich ist.

### 6.2.1.2 Gestaltung der Benutzerschnittstelle

Eine klare und intuitive Bedienung der Software wird erreicht, wenn für die Bearbeitung eines Objektes jeweils eine eigene Oberfläche zur Verfügung steht. Dabei ist es wichtig, daß gleiche Funktionen zur Bearbeitung unterschiedlicher Objekte immer in gleicher Weise ausgeführt werden, um den Wiedererkennungsgrad zu steigern und so die nötige Einarbeitungszeit zu minimieren.

Diesen Regeln folgend, enthält die Planungskomponente für die Bearbeitung der Objekte Referenzprozeß, unternehmensspezifische Aufbau- und Ablauforganisation sowie Projekt separate graphische Oberflächen. Diese lassen sich über ein baumartig strukturiertes Pull-down-Menü direkt aufrufen (Bild 6-4).

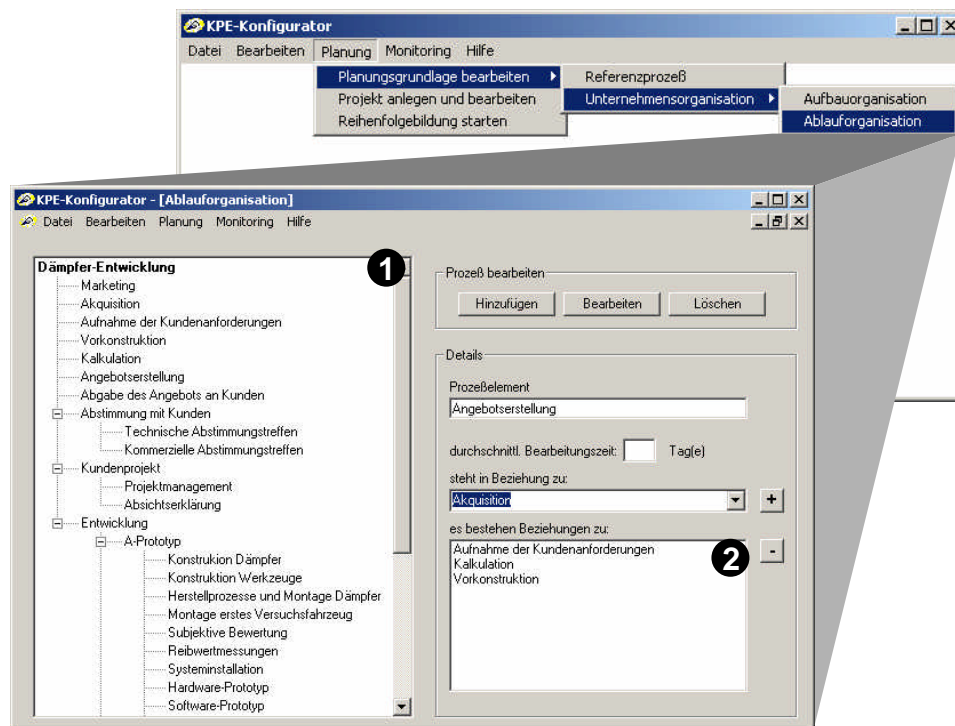


Bild 6-4: Graphische Benutzerschnittstelle zur Bearbeitung der unternehmensspezifischen Ablauforganisation

Im Menübereich „Planungsgrundlage bearbeiten“ kann neben der Bearbeitung des Referenzprozesses die unternehmensspezifische Organisation abgebildet werden. Dazu werden jeweils alle Teilprozesse im Produktengineering als auch die daran beteiligten Organisationseinheiten angelegt. Bild 6-4 zeigt beispielhaft die graphische Oberfläche zur Anlage und Bearbeitung der unternehmensspezifischen Ablauforganisation. Im Bereich ❶ der Oberfläche wird die Hierarchie der Teilprozesse in einer Baumstruktur abgebildet. In

gleicher Weise geschieht dies auch für die Aufbauorganisation des Unternehmens. So besteht die Möglichkeit, anschließend Planungen auf unterschiedlichen Detaillierungsgraden durchzuführen. Um die Ablauforganisation vollständig zu definieren, müssen für jeden Teilprozeß auch die Beziehungen zu seinen Vorgängern und Nachfolgern festgelegt werden. Dies geschieht durch einfache Anwahl eines Teilprozesses und Zuordnung aller weiteren Teilprozesse, welche die Ausgangsinformationen des betrachteten Teilprozesses als Eingangsgrößen erhalten. Die zu einem Teilprozeß definierten Beziehungen werden dann im Bereich ② der Oberfläche dargestellt.

Sobald die Stammdaten eines Unternehmens angelegt sind, kann die Planung eines Projektes erfolgen. Hierzu muß mit der Auswahl des Menüpunktes „Projekt anlegen und bearbeiten“ lediglich eine weitere Oberfläche aufgerufen werden. Diese, in Bild 6-5 dargestellte Benutzerschnittstelle, ist ähnlich zu den bereits vorgestellten Oberflächen zur Anlage der Stammdaten gestaltet, so daß der Benutzer sich schnell und ohne großen Einarbeitungsaufwand orientieren kann. Die linke Seite stellt die unternehmensspezifische Planungsgrundlage, welche durch einen Abgleich von Referenzprozeß und Ablauforganisation erzeugt wird, in einer Baumstruktur dar. Die rechte Seite der Oberfläche ist Detailinformationen zum Projekt vorbehalten. In diesem Bereich kann durch Eingabe eines Projekttitels ein neues Projekt angelegt oder ein bestehendes aufgerufen und anschließend editiert werden.

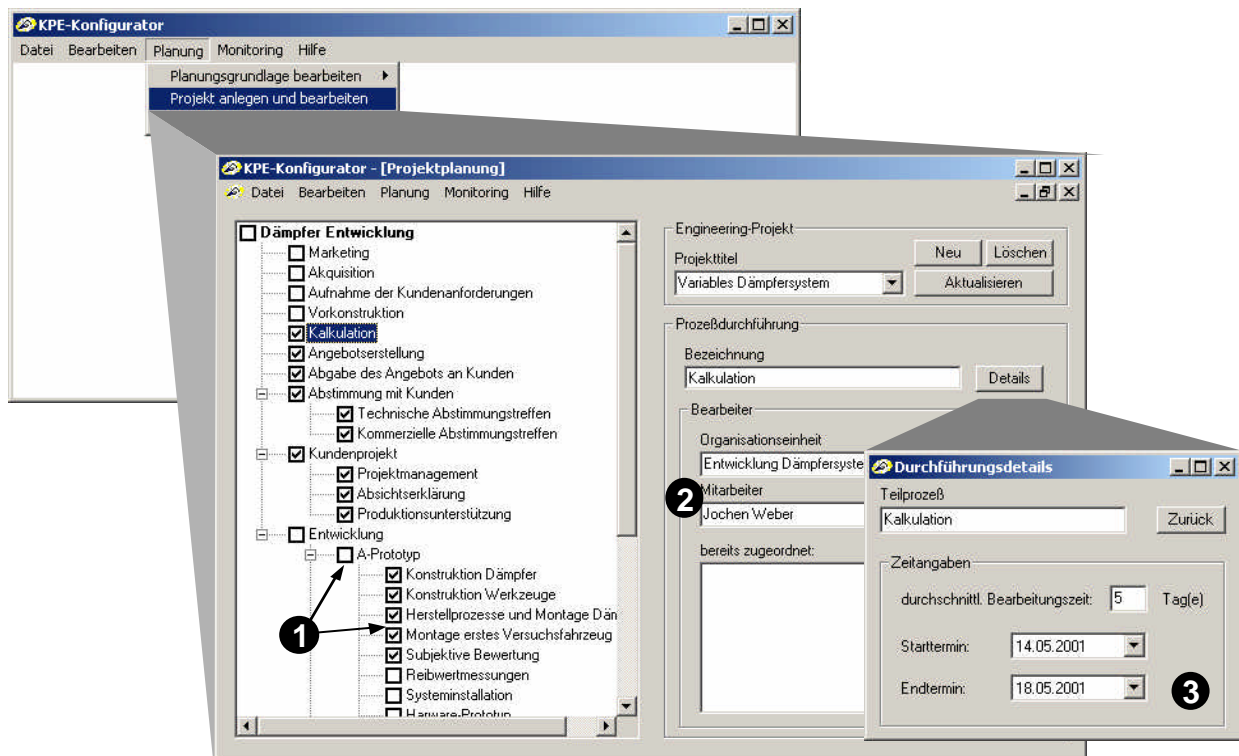


Bild 6-5: Graphische Benutzerschnittstelle des Prozeßkonfigurators

Die Auswahl der in einem Engineeringprozeß durchzuführenden Teilprozesse erfolgt, indem der Benutzer in der Baumstruktur die betreffenden Teilprozesse durch Klicken auf die vorangestellten Auswahl-Boxen (❶) markiert. Durch Auswahl eines im Baum übergeordneten Teilprozesses werden automatisch diesem untergeordnete Teilprozesse in die Projektplanung einbezogen.

Um auch eine Planung geeigneter Teamzusammensetzungen vornehmen zu können, müssen zu den Teilprozessen auch die durchführenden Organisationseinheiten bestimmt werden. Dies geschieht durch Auswahl eines Teilprozesses in der Baumstruktur und Selektion einer Organisationseinheit bzw. eines Mitarbeiters aus den Pull-down-Menüs auf der rechten Seite der Oberfläche (❷). Zu dem angewählten Teilprozeß können noch weitere Detailinformationen, wie z.B. die durchschnittliche Bearbeitungszeit oder Start- und Zieltermine, angezeigt bzw. diese für den Planungsvorgang auch festgelegt werden (❸).

Hat der Benutzer alle Festlegungen bzgl. eines Projektes vorgenommen, wird durch Auswahl des Menüpunktes „Projektplanung durchführen“ die Reihenfolge der Teilprozesse in bezug auf einen optimalen Informationsfluß neu gebildet. Ergebnisse dieses Schrittes sind ein Arbeitsplan für die Durchführung des Projektes sowie ein Projektstrukturplan, welcher die Reihenfolge der Teilprozesse graphisch darstellt. Hieraus gehen die Teilprozesse, welche parallel bzw. sequentiell zu bearbeiten sind, sowie die bestehenden Beziehungen zwischen den Teilprozessen deutlich hervor. Des Weiteren wird eine Aufstellung der Teambesetzungen ausgegeben. Beispielhafte Darstellungen der Planungsergebnisse sind in Abs. 6.3.1 enthalten. Diese beziehen sich auf das zur Verifizierung der Planungskomponente herangezogene Projekt des Pilotanwenders.

### 6.2.2 Komponente II: Steuerung

Neben der Steuerung formeller Informationsflüsse mittels eines WFMS wird mit den Funktionen der Steuerungskomponente die Deckung situativ auftretenden, nicht im voraus planbaren Informationsbedarfs angestrebt. Die Einbindung kommerzieller WFMS soll an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden. Entsprechende Ausführungen zu dieser Thematik finden sich in *Gräßler* [GRÄ\_99]. Da unter Nutzung der Software-Engine von *Brainware* eine eigene Anwendung zur Steuerung informeller Informationsflüsse entwickelt wurde, soll im folgenden darauf näher eingegangen werden. Kernfunktionen dieser Anwendung sind die assoziative Informationssuche und kontextsensitive Informationsverteilung sowie der dafür notwendige Aufbau von individuellen Informationsprofilen.

### 6.2.2.1 Systemaufbau zur Steuerung informeller Informationsflüsse

Wie in Bild 6-6 dargestellt, ist die Brainware-Engine ein schichtenförmig aufgebauter Software-Kern. Grundlage für die Systemfunktionalitäten ist die Datenschicht, welche das Neuronale Netz, das Systemwörterbuch sowie die systemspezifischen Parameter, Lernmengen (zum Anlernen des Neuronalen Netzes) sowie Systemklassen aufnimmt. Die Funktionsschicht beinhaltet die Basisfunktionen „Suche“ sowie „Klassifizierung“ unstrukturierter Texte. Um diese Funktionen in eigenen Anwendungen nutzen zu können, ist die Brainware-Engine mit einer weiteren Schicht, die Schnittstellen in unterschiedlichen Programmiersprachen zur Verfügung stellt, ausgestattet. Teil dieser Schicht ist die C++ Schnittstelle, welche zur prototypischen Umsetzung der Steuerungsfunktionen verwendet wurde.

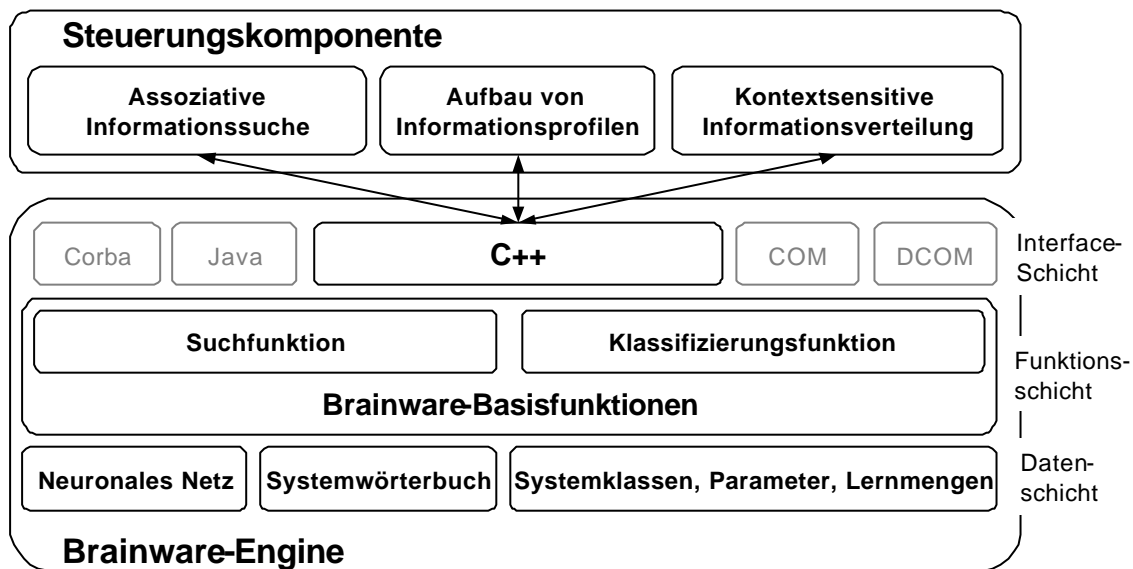


Bild 6-6: Aufbau der Brainware-Engine

### 6.2.2.2 Assoziative Informationssuche

Zur assoziativen Informationssuche wird dem Anwender eine zweigeteilte graphische Oberfläche zur Verfügung gestellt (Bild 6-7). Im oberen Teil (❶) wird die Suchanfrage eingegeben. Dazu wird entweder eine Frage in Klartext formuliert oder ein Textabschnitt, welcher den Informationsbedarf inhaltlich charakterisiert, eingegeben. Der Anfragetext wird an die Suchfunktion der Brainware-Engine übergeben, Begriffsmuster werden erstellt und Dokumente vergleichbaren Inhalts aus der Informationsbasis herausgesucht. Im unteren Teil wird das Ergebnis der Suche in Form einer Liste relevanter Dokumente (❷), deren Archivierungspfade (❸) sowie der jeweilige Relevanzgrad (❹) in bezug auf den formulierten Informationsbedarf angezeigt.

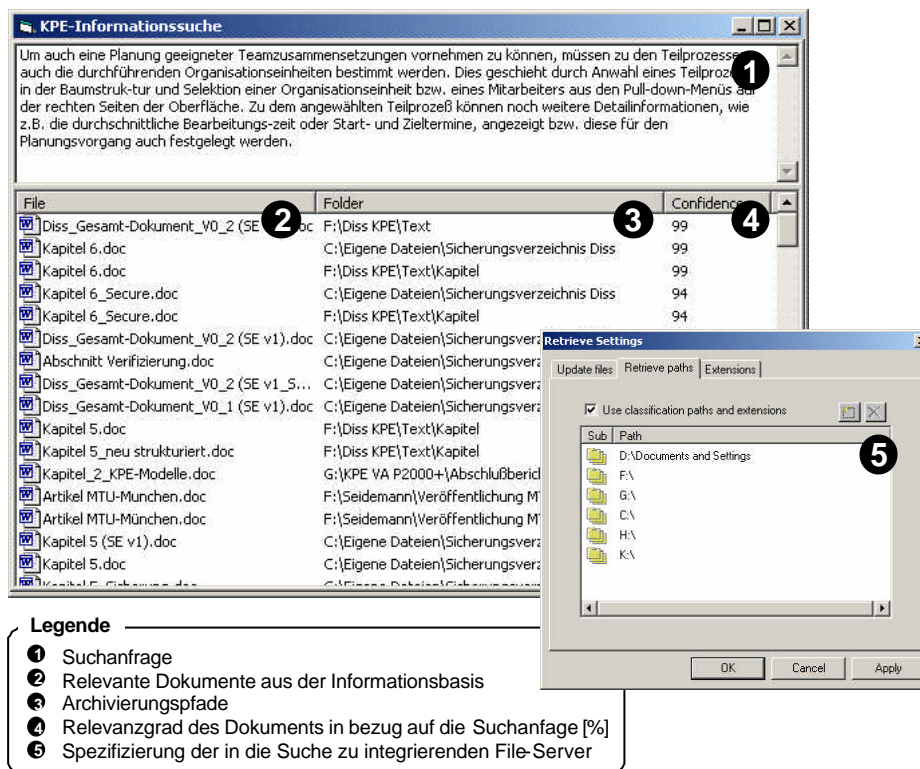


Bild 6-7: Graphische Benutzerschnittstelle für die Funktion „Informationssuche“

Insbesondere bei bereichs- und unternehmensübergreifenden Kooperationen ist es wichtig, bislang getrennt gehaltene Datenbestände gegenseitig verfügbar zu machen. Mit Hilfe einer bereits von der Firma SER Systems AG erstellten Funktion ist dies durch einfache Auswahl der zu integrierenden File-Server (5) problemlos möglich. Da eine einfache Integration unterschiedlicher Datenbestände besonders zur Akzeptanz des Gesamtsystems beiträgt, ist diese Funktion ein Bestandteil des in der vorliegenden Arbeit entwickelten Informationssystems.

### 6.2.2.3 Anlage von Informationsprofilen

Um den Aufwand für die prototypische Implementierung zu minimieren und die praktische Verifizierung des Informationssystems zu vereinfachen, wurde für die Anlage individueller Informationsprofile auf eine frei verfügbare Benutzerschnittstelle<sup>1</sup> für diese Teilfunktionen der Brainware-Engine zurückgegriffen. Mit dieser Schnittstelle kann der Anwender alle von ihm benötigten bzw. erstellten Dokumente nach Eingangs- und Ausgangsinformationen sowie inhaltlichen Gesichtspunkten getrennt verwalten. Der auf diese Weise indirekt abgebildete Informationsbedarf dient dann als Vergleichsmenge für eine kontextsensitive Informationsverteilung.

<sup>1</sup> Kostenloser Download auf den Internet-Seiten der Firma SER Systems AG ([www.ser.de](http://www.ser.de)).

#### 6.2.2.4 Kontextsensitive Informationsverteilung

Um für aktuell vorliegende Informationen potentiell interessierte Empfänger zur ermitteln, wird deren Kontext auf Übereinstimmung mit den definierten Informationsklassen aller Mitarbeiter, die ein individuelles Informationsprofil angelegt haben, geprüft. Um diesen Vorgang anstoßen zu können, steht dem Anwender eine separate Benutzerschnittstelle zur Verfügung (Bild 6-8).

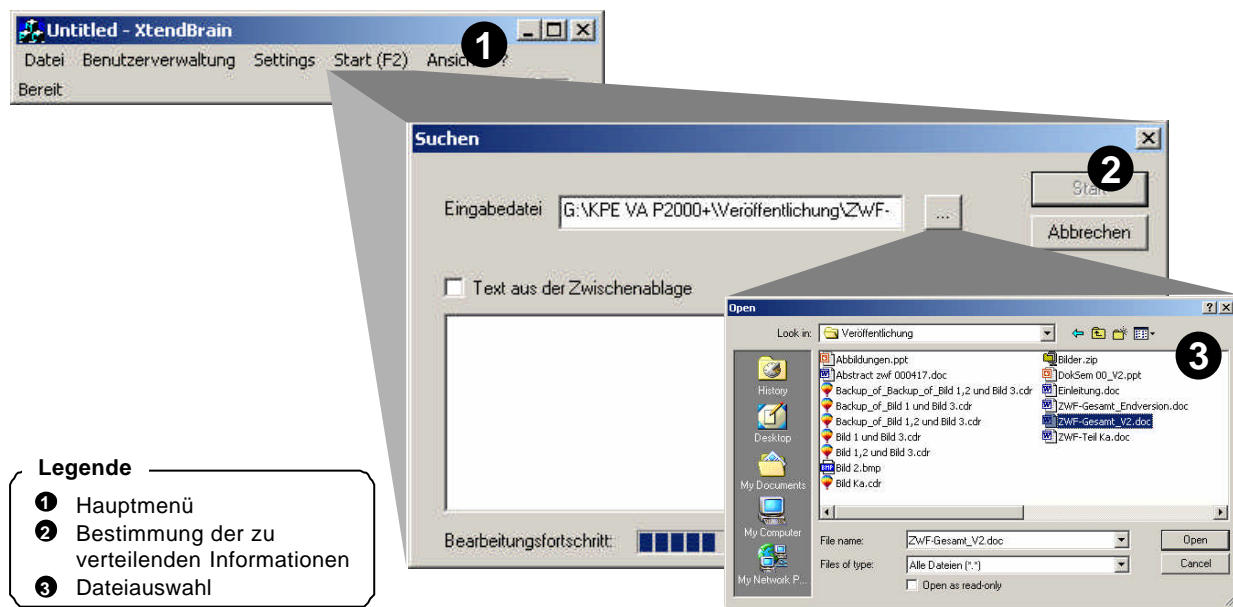


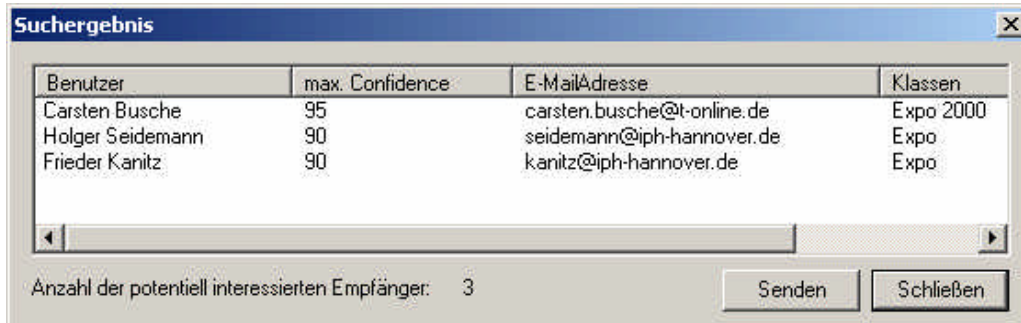
Bild 6-8: Graphische Benutzerschnittstelle zur kontextsensitiven Informationsverteilung

Zur Prüfung müssen die in Form eines Text- bzw. eines Grafikdokumentes vorliegenden Informationen an den Klassifizierungsalgorithmus von *Brainware* übergeben werden (❶, ❷). Hierzu wählt der Anwender nach dem Aufruf der Benutzerschnittstelle das betreffende Dokument aus einem dem *Explorer* vergleichbaren Verzeichnisbaum (❸) aus und startet den Prüfvorgang. Der Auswahlvorgang ist bewußt manuell gestaltet, um die Entscheidung darüber, welche Dokumente auf eine Verteilung geprüft werden und welche nicht, beim Anwender zu belassen. Dadurch hat dieser Einfluß auf das Systemverhalten, wodurch die Akzeptanz für das Informationssystem gefördert wird [DiM\_96]. Prinzipiell ist es auch möglich, jedes Dokument, das beispielsweise mit einer Textverarbeitung erstellt wird, automatisch zu prüfen. Dies ist jedoch nicht wünschenswert, könnten doch dadurch vertrauliche Informationen versehentlich in Umlauf geraten oder die Privatsphäre eines Mitarbeiters berührt werden.

Im Zuge der Prüfung wird ermittelt, inwieweit der Kontext der zu verteilenden Informationen mit dem Kontext des in Form von Informationsklassen definierten Informationsbedarfs übereinstimmt. Wird dabei ein durch den Anwender auf einer Skala zwischen 0 und 100 Prozent frei wählbarer Mindestwert für den Übereinstimmungsgrad überschritten, so wird



der Klasseninhaber als potentiell interessierter Empfänger angezeigt. Je höher dieser Wert gewählt wird, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, tatsächlich interessierte Empfänger zu ermitteln. Als Ergebnis des Prüfungsvorgangs wird eine Liste der ermittelten, potentiell interessierten Mitarbeiter ausgegeben (Bild 6-9).



Benutzer	max. Confidence	E-MailAdresse	Klassen
Carsten Busche	95	carsten.busche@t-online.de	Expo 2000
Holger Seidemann	90	seidemann@iph-hannover.de	Expo
Frieder Kanitz	90	kanitz@iph-hannover.de	Expo

Anzahl der potentiell interessierten Empfänger: 3

Senden Schließen

Bild 6-9: Ergebnisliste eines Prüfungsvorganges

Der Anwender hat dann die Möglichkeit, aus der Liste der auf diese Weise ermittelten Empfänger diejenigen auszuwählen, an die das Dokument verschickt werden soll. Zum Versand stehen zwei Wege offen. Zum einen kann das Dokument direkt als Anhang an eine e-Mail verschickt werden. Dieser Weg bietet sich besonders bei Versand an unternehmensexterne Partner, welche möglicherweise nicht über ausreichend Zugriffsrechte auf den Archivierungsort des Dokumentes verfügen, an. Nachteilig ist allerdings die Duplizierung der Dokumente, wodurch die Wahrung der Datenkonsistenz erheblich erschwert wird. Zum anderen kann lediglich ein Verweis (Link) auf den Archivierungsort des betreffenden Dokumentes per e-Mail verschickt werden. Dadurch existiert auch nach dem „Versand“ nur das Original des Dokumentes, so daß Versionskonflikte vermieden werden können.

### 6.2.3 Komponente III: Monitoring

Die Erfassung, Abbildung und Auswertung von Informationsbedürfnissen und -flüssen im Produktengineering sind Aufgaben der Monitoring-Komponente. Ziel ist es, daraus Rückschlüsse auf informationelle Abhängigkeiten zwischen Teilprozessen bzw. zwischen in den Engineeringprozess involvierten Stellen zu ziehen und darauf basierend die Planungsgrundlage den realen Verhältnissen entsprechend anzupassen. Dazu wird das Monitoring aus drei Quellen gespeist. Neben den im WFMS verwalteten Ad-hoc-Workflows sind dies die aus der kontextsensitiven Informationsverteilung resultierenden informellen Informationsflüsse sowie der wechselseitige Abgleich individueller Informationsprofile. Zur praktischen Verifizierung wurde das Monitoring der informellen Informationsflüsse nach einer kontextsensitiven Informationsverteilung prototypisch umgesetzt.

Wird ein Dokument an potentiell interessierte Empfänger per e-Mail verteilt, so müssen diese den Wert der erhaltenen Information für ihre Arbeit bewerten (5.4.1.2). Dazu sind in

der automatisch erzeugten e-Mail Schaltflächen enthalten, nach deren Anwahl ein entsprechender Protokolldatensatz zu dem Informationsfluß in einer Datenbank erzeugt wird (Bild 6-10). Ein solcher Datensatz enthält Informationen zu den Kommunikationspartnern, d.h. Sender und Empfänger eines Dokumentes, sowie die Bewertung des Absenders bzgl. der erhaltenen Informationen.

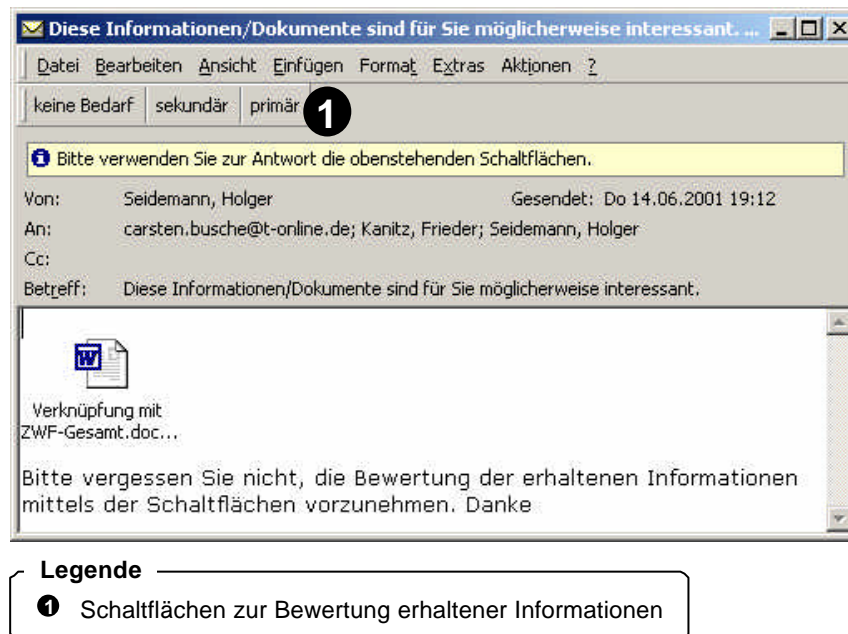
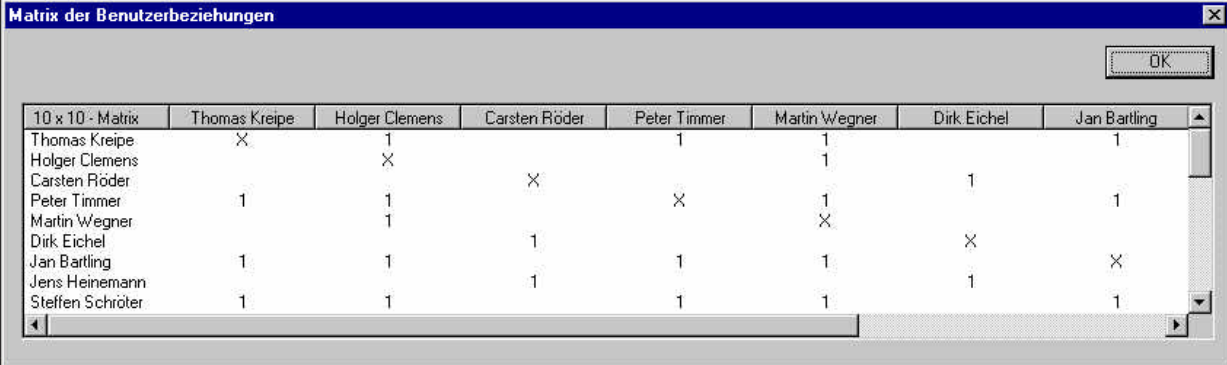


Bild 6-10: Automatisch erzeugte e-Mail mit Bewertungsschaltflächen

Zur Umsetzung der beschriebenen Funktion wurde das Mail-Programm *Microsoft Outlook* eingesetzt, um damit auf einen möglichst weit verbreiteten Standard aufzubauen. Weiterhin ist die vollständige Unterstützung der Programmiersprache VBA (Visual Basic for Applications) durch das Programm Outlook sehr vorteilhaft, da dadurch die Implementierung der Funktionen mit geringem Aufwand erfolgen konnte.

Da die Analyse informeller Informationsflüsse der Aktualisierung der Planungsgrundlage dienen soll, wurde die Benutzerschnittstelle der Monitoring-Komponente in die Anwendung zur Planung integriert. Mit Hilfe der Funktion „Informationsflüsse auswerten“ können die gesammelten Daten in Form einer Beziehungsmatrix angezeigt werden (Bild 6-11). Eine „1“ im Schnittpunkt einer Zeile und einer Spalte markiert informationelle Beziehungen, die auf Basis der als primär bewerteten Informationsflüsse ermittelt wurden. Anhand der Matrix kann der Anwender die Güte der gesammelten Daten qualitativ bewerten und über einen Transfer der personenbezogen aufgezeigten Beziehungen auf die zugrundeliegenden Teilprozesse entscheiden. Soll eine Übertragung vorgenommen werden, geschieht dies unter Bezugnahme auf die Teilprozesse, welche von den aufbauorganisatorischen Stellen bzw. von den Mitarbeitern durchgeführt wurden.



10 x 10 - Matrix	Thomas Kreipe	Holger Clemens	Carsten Röder	Peter Timmer	Martin Wegner	Dirk Eichel	Jan Bartling
Thomas Kreipe	X	1		1	1		1
Holger Clemens		X			1		
Carsten Röder			X			1	
Peter Timmer	1	1		X	1		1
Martin Wegner		1			X		
Dirk Eichel			1			X	
Jan Bartling	1	1		1	1		X
Jens Heinemann			1			1	
Steffen Schröter	1	1		1	1		1

Bild 6-11: Darstellung der ermittelten informationellen Beziehungen zwischen Stellen

## 6.3 Praktischer Systemeinsatz

Der praktische Einsatz des zuvor beschriebenen Systems erfolgte in zwei Unternehmen. Dabei handelte es sich zum einen um ein Industrieunternehmen (Pilotunternehmen A) und zum anderen um eine Ingenieurgesellschaft (Pilotunternehmen B). Im Entwicklungsbereich des Industrieunternehmens wurde die Verifizierung der Planungskomponente vorgenommen. Die Systemkomponenten Steuerung und Monitoring kamen dagegen in der Ingenieurgesellschaft zum Einsatz.

Der getrennte Einsatz der Systemkomponenten erfolgte aufgrund unterschiedlicher Prioritäten der Pilotunternehmen bzgl. der Problembereiche Prozeßplanung und Informationsmanagement im Produktengineering. Ein weiterer Grund ist die begründete Zurückhaltung insbesondere seitens Großunternehmen im Hinblick auf die Einführung neuartiger Software-Systeme. Um die Arbeit der etablierten Systeme nicht zu beeinträchtigen, wird neue Software üblicherweise erst nach umfangreichen Stabilitäts- und Kompatibilitätstest in die bestehende Systemlandschaft integriert.

Im folgenden wird zunächst das jeweilige Pilotunternehmen kurz charakterisiert und anschließend eine Beschreibung des Systemeinsatzes sowie der dabei erzielten Ergebnisse gegeben.

### 6.3.1 Verifizierung der Komponente I: Planung

#### 6.3.1.1 Ausgangssituation beim Pilotunternehmen A

Die Verifizierung der Planungskomponente erfolgte in einem Unternehmen der Automobilzulieferindustrie mit ca. 20.000 Mitarbeitern und einem Umsatz von über 2 Mrd. Euro (Stand: Mai 2001). Das Spektrum der vom Pilotunternehmen hergestellten Produkte umfaßt komplexe Antriebs- und Fahrwerkskomponenten, die zum überwiegenden Teil an die Automobilindustrie geliefert werden. Bild 6-12 gibt hierüber einen Überblick.

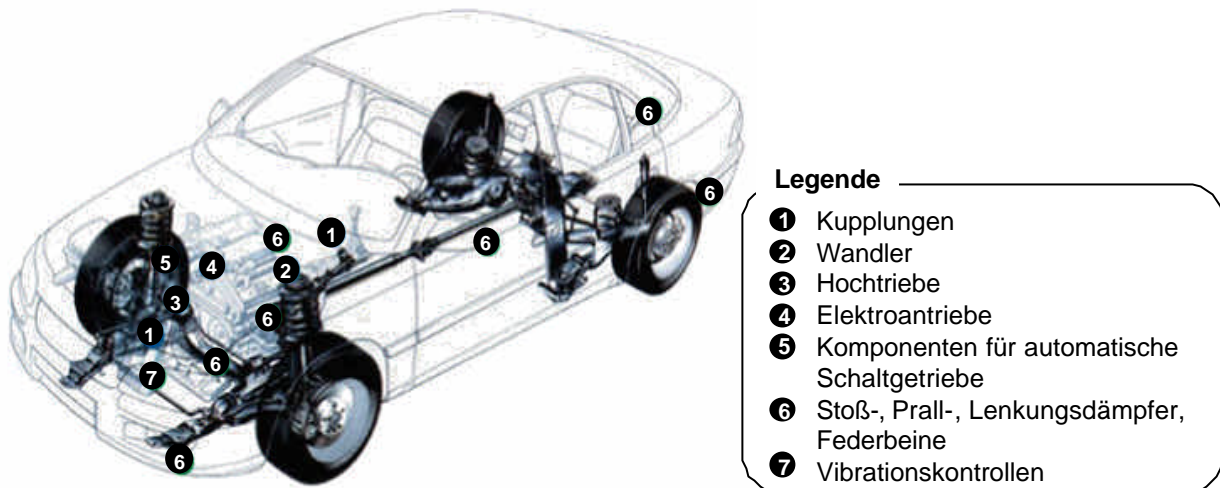


Bild 6-12: Produkte des Pilotunternehmens A

Das Pilotunternehmen hat seine Aktivitäten in fünf Geschäftsfelder mit jeweils eigenen Forschungs- und Entwicklungsbereichen gegliedert. Die in diesen Bereichen durchgeführten Projekte werden je nach Reifegrad der zugrunde liegenden Produktideen den Kategorien Grundlagen-, Vor- und Applikationsentwicklung zugeordnet. Im Rahmen der Grundlagenentwicklung werden neue Wirkprinzipien untersucht. Weist ein neues Wirkprinzip ein sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Hinsicht ausreichendes Potential auf, so wird daraus ein neues Produktsystem kundenanonym vorentwickelt. Im Rahmen der Applikationsentwicklung wird dieses System dann individuell an die Fahrzeuge der Kundenunternehmen angepaßt.

Von den ersten Grundlagenuntersuchungen bis zur Entwicklung eines neuen Produktsystems vergehen bis zu acht Jahren. Die sich daran anschließende Anpassung eines solchen Systems an ein Kundenfahrzeug erfordert nochmals weitere 2-4 Jahre. Aufgrund dessen gibt es keinen durchgehenden Engineeringprozeß, welcher die Entwicklung einer Idee bis zum konkreten Produkt vollständig umfaßt.

Wird durch die Geschäftsführung nach Abstimmung mit der Entwicklung und dem Vertrieb die Entscheidung für den Start eines Entwicklungsprojektes gefällt, so erfolgt die Projektplanung durch den zuvor benannten Projektleiter. Dieser greift hierzu auf Entwicklungshandbücher zurück. Die Handbücher enthalten Festlegungen zur Durchführung von Projekten der verschiedenen Kategorien. Während für Grundlagen- und Vorentwicklungen nur grobe Prozeßbeschreibungen vorliegen, existieren für Applikationsentwicklungen detailliertere Referenzprozesse bzw. -projektpläne. Letztere enthalten auch Abhängigkeiten zwischen Teilprozessen. Aufgrund von funktionalen Einschränkungen des zur Abbildung verwendeten Software-Systems Microsoft Project sind diese Abhängigkeiten aber nur in Richtung des Prozeßendes definiert. Da die in der Realität immer vorkommenden Iterati-

onsschleifen nicht direkt im Referenzplan abgebildet werden können, werden die Bearbeitungszeiten der von Iterationsschleifen betroffenen Teilprozesse verlängert oder die Prozesse einfach mehrmals im Ablaufplan aufgeführt. Daher kann eine direkte Steuerung des Projektes im allgemeinen und der Informationsflüsse im speziellen anhand eines solchen Planes nicht erfolgen. Lediglich eine grobe Abschätzung der Endtermine für einzelne Projektphasen können auf diese Weise ermittelt werden. In Abhängigkeit von Zielstellungen und Randbedingungen werden die durchzuführenden Teilprozesse ausgewählt und manuell in einen projektspezifischen Plan übertragen. Problematisch ist hierbei, daß durch die Auswahl inhaltliche Verknüpfungen der Teilprozesse verloren gehen können. Entweder werden diese anschließend wieder manuell hergestellt oder sie bleiben unberücksichtigt.

Nach Festlegung der projektspezifischen Ablauforganisation erfolgt die Festlegung der Aufbauorganisation durch Zuordnung von Mitarbeitern bzw. Stellen zu den einzelnen Teilprozessen. Das so gebildete Projektteam aus ca. 20 bis 25 Mitarbeitern bleibt über die gesamte Projektlaufzeit bestehen. Eine nach inhaltlichen Aspekten differenzierte, temporäre Besetzung des Projektteams wird nicht vorgenommen. Gleichwohl bilden sich in Abhängigkeit vom Projektfortschritt temporäre Subteams heraus. Diese umfassen aber nicht zwangsläufig diejenigen Mitarbeiter, die aufgrund inhaltlicher Abhängigkeiten ihrer Teilaufgaben eng miteinander kooperieren sollten.

Die Steuerung der Aufgabendurchführung im Projekt erfolgt überwiegend mit Hilfe von „Offene-Punkte“-Listen (Lists of open points). Diese werden in den Besprechungen der Subteams erstellt und abgearbeitet. Die wöchentlich in den Subteams bzw. monatlich im gesamten Projektteam durchgeführten Besprechungen sind gleichzeitig das wichtigste Kommunikationsforum in denen der Projektstatus festgestellt sowie über Änderungen von Randbedingungen und Zielstellungen informiert wird. Anpassungen des Projektplans resultieren daraus allerdings nur selten, da die darin aufgeführten Prozeßschritte auf einer abstrakten, der operativen Steuerung übergeordneten Ebene vorliegen. Eine detailliertere Planung wird gerade aufgrund vielfältiger Änderungen während der Projektlaufzeit nicht durchgeführt.

#### 6.3.1.2 Anwendung der Planungskomponente

Zur Verifizierung der Planungskomponente wurde ein Projekt aus dem Bereich „Fahrwerk“ ausgewählt. Dabei handelt es sich um eine Applikationsentwicklung eines variablen Dämpfersystems für Nutzfahrzeuge. Als Eingangsinformationen lagen der unternehmensspezifische Referenzprozeß für dieses System, ein Organigramm des Entwicklungsbereichs, eine Liste der zur Durchführung notwendige Stellen sowie der Projektplan eines

konkreten Projektes vor. Letzterer enthielt sowohl die im Projekt durchgeführten Teilprozesse als auch die eingeplanten personellen und zeitlichen Ressourcen.

Folgende Teilziele wurden mit dem Piloteinsatz der Planungskomponente verfolgt:

- ◆ Ermittlung des zur Anlage der Stammdaten notwendigen Aufwandes
- ◆ Überprüfung des Referenzprozesses auf Anwendbarkeit
- ◆ Optimierung der bestehenden ablauforganisatorischen Vorgaben
- ◆ Überprüfung der Planungsqualität in ablauf- und aufbauorganisatorischer Hinsicht
- ◆ Ermittlung des zur Projektplanung notwendigen Aufwandes

Zur Erreichung der genannten Ziele wurde zuerst die Aufbauorganisation des betrachteten Entwicklungsbereichs im System abgebildet. Aufgrund der komfortabel gestalteten Benutzerführung ist hierzu auch bei sehr umfangreichen Strukturen nicht mehr als eine Stunde notwendig. Allerdings ist zu bemerken, daß beim Pilotanwender - wie bei vielen anderen Unternehmen auch - die eigenen aufbauorganisatorischen Strukturen lediglich auf einer groben, übergeordneten Ebene vorlagen. Dies ist auf die mit zunehmenden Detaillierungsgrad der Organigramme sinkende Beständigkeit der darin abgebildeten Strukturen zurückzuführen. An dieser Stelle war es notwendig, die darüber hinaus dezentral vorliegenden bereichsspezifischen Organigramme zusammenzuführen. Somit entstand mit der Anlage der Stammdaten auch gleichzeitig ein umfassendes und detailliertes Organigramm des betrachteten Entwicklungsbereiches.

Die Anlage der unternehmensspezifischen Ablauforganisation wurde anhand des zur Verfügung gestellten Engineeringprozesses vorgenommen. Auch hier ist der einmalig notwendige Eingabeaufwand mit circa einer Stunde vernachlässigbar gering gewesen. Voraussetzung ist allerdings, daß ein entsprechend systematisch aufbereiteter Prozeß bereits vorliegt. Ist dies nicht der Fall, muß zunächst eine entsprechende Analyse bereits durchgeführter Projekte durchgeführt werden oder es ist der im System abgebildete unternehmensneutrale Referenzprozeß als Planungsgrundlage zu verwenden. Da einige Teilprozesse mehrfach aufgeführt waren, mußten diese entfernt und statt dessen Iterationsschleifen definiert werden. Dies galt beispielsweise für die Teilprozesse zur Hardware- und Software-Gestaltung, die mehrere Prüfungen sowohl unternehmensintern als auch seitens des Kunden durchliefen. Teilprozesse, die keine Entsprechungen im Referenzprozeß fanden, wurden einzeln auf ihre Übernahme in die Planungsgrundlage geprüft. Zum Beispiel war dies bei Teilprozessen, welche eine Prüfung durch den Kunden beinhalteten, erforderlich.

Die so erstellte, auf die Belange des Pilotunternehmens angepaßte Planungsgrundlage bildete den Ausgangspunkt für die sich anschließende Planung des ausgewählten Appli-

kationsprojektes. Für dieses Projekt konnten einige der in der Planungsgrundlage enthaltenen Teilprozesse ausgewählt werden, da diese bereits im Vorfeld des Projektes durchgeführt worden waren. Dies betraf Aktivitäten wie z.B. Vorkalkulation und Angebotserstellung. Da Teilprozesse der strategischen Geschäftsfeldplanung nicht in den Bereich der Applikationsentwicklung fallen, fanden diese in dem betrachteten Projekt auch keine Berücksichtigung.

Anhand der zuvor im System abgebildeten Aufbauorganisation wurden den einzelnen Teilprozessen durchführende Organisationseinheiten oder auch konkret Mitarbeiter zugeordnet. Für die Durchführung waren 24 Mitarbeiter aus 10 verschiedenen Organisationseinheiten vorgesehen. Bei der Zuordnung wurden die bereits im Vorfeld manuell durchgeführten Planungen des Pilotunternehmens im System nachvollzogen. Die hierzu gestalteten Funktionen unterstützen diesen Vorgang auf sehr einfache und effiziente Weise.

Da bereits im Vorfeld der Projektplanung einige Teilprozesse, wie z.B. die Vorkonstruktion erfolgt waren, wurden diese im Zuge der Prozeßkonfiguration ausgewählt. Nach dem Auswahlprozeß verblieben ca. 83 Teilprozesse, welche für die Projektdurchführung in eine in bezug auf den Informationsfluß optimierte Reihenfolge gebracht werden mußten. Durch die in die Software integrierte methodische Vorgehensweise nach *Eppinger* wird die Reihenfolgebildung automatisch durchgeführt und beansprucht nur einige Sekunden Rechenzeit. Des weiteren wurden auf Basis der ermittelten Prozeßabfolge inhaltlich eng miteinander verknüpfte Teilprozesse identifiziert und die entsprechend zugeordneten Organisationseinheiten temporären Subteams zugeordnet. Der Planungsvorgang mündete in der Ausgabe eines Projektstrukturplans und einer Liste der ermittelten Subteams.

Bild 6-13 stellt die Ergebnisse der Projektplanung für das Beispielprojekt dar. Da Informationen über Vorgehensweisen im Produktengineering der Vertraulichkeit unterliegen, können die Ergebnisse nur auszugsartig und teilweise verallgemeinert in dieser Arbeit abgebildet werden.

Im Vergleich zur manuellen Vorgehensweise, die einige Stunden in Anspruch nimmt, resultiert aus der Anwendung der Planungskomponente bereits ein zeitlicher Vorteil. Für die betriebliche Praxis des Pilotunternehmens aber von wesentlich größerer Bedeutung ist die vollständige analytische Aufbereitung und Berücksichtigung der Abhängigkeiten zwischen den Teilprozessen zur Reihenfolgebildung. Eine manuelle Planung allein auf Basis von Erfahrungswissen würde bei der großen Anzahl an Teilprozessen allenfalls zu suboptimalen Ergebnissen führen. Dennoch sollte das Planungsergebnis durch einen erfahrenen Projektleiter kritisch überprüft werden. Da nicht damit zu rechnen ist, daß von Anfang an alle relevanten Abhängigkeiten in der Planungsgrundlage abgebildet sind, kann

durch den Prüfvorgang weiteres Optimierungspotential erschlossen werden. Dies wurde durch die im Piloteinsatz gesammelten Erfahrungen bestätigt.

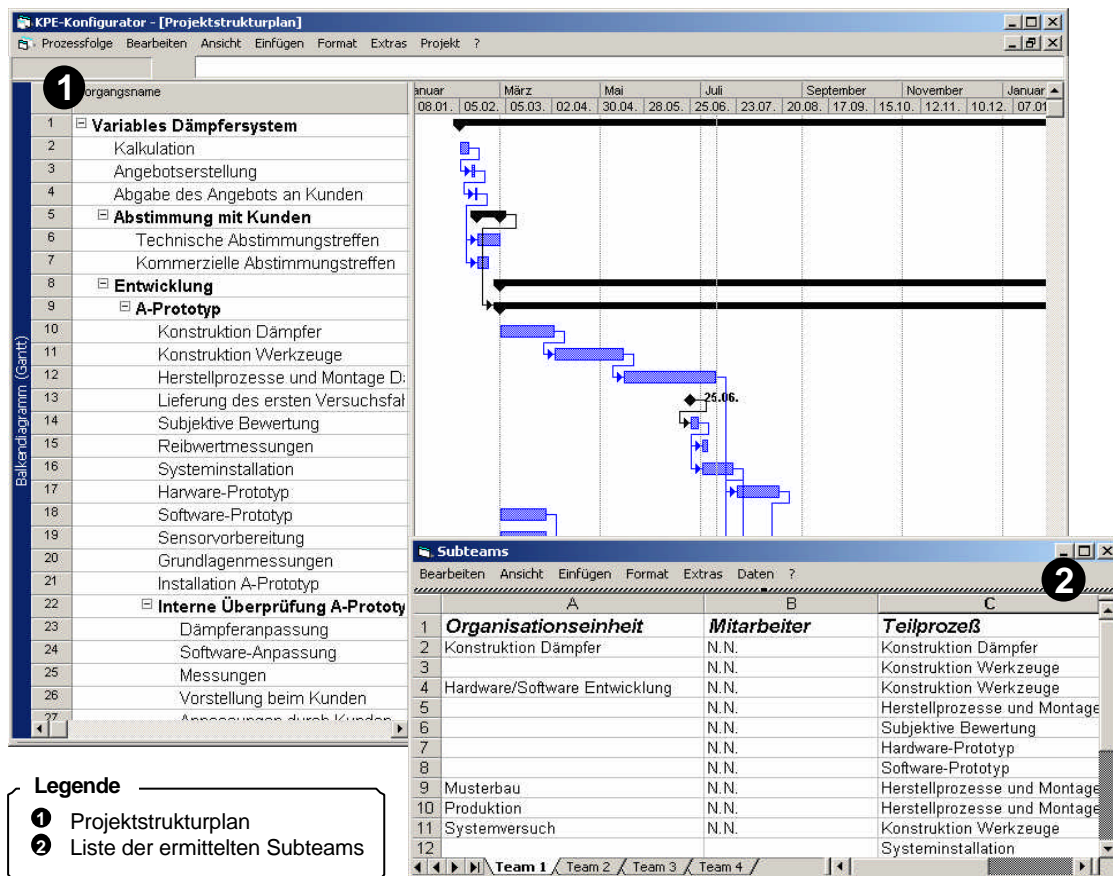


Bild 6-13: Ergebnisse der Projektplanung (Auszug)

Die Analyse der Teilprozesse und deren Zusammenhänge ergab weiterhin, daß durch die Bildung von mindestens vier Subteams der Informationsaustausch zusätzlich verbessert werden könnte. Teilweise überlappten sich die vorgeschlagenen Teams in Zusammensetzung und Bestandsdauer. Dadurch würde in der Praxis ein Informationsaustausch auch zwischen den Teams gewährleistet. Gleichzeitig resultieren aus der parallelen Arbeit in Subteams aber auch erhöhte Anforderungen sowohl an das Projektmanagement als auch die einzelnen Teammitglieder in bezug auf die Koordination der Einzelaktivitäten.

Eine nähere Betrachtung der vorgeschlagenen Subteams offenbarte eine Besonderheit des unternehmensspezifischen Referenzprozesses. Es zeigte sich, daß die innerhalb eines Teams zu bearbeitenden Teilprozesse überwiegend expliziten Phasen des Referenzprozesses zuzuordnen waren. Dies läßt sich mit der bereits in der Vergangenheit sehr prozeßorientierten Organisation des Engineeringprozesses durch das Pilotunternehmen erklären. In den einzelnen Prozeßabschnitten wurden bereits Teilprozesse der Konstruktion und Prozeßentwicklung miteinander verbunden. Die inhaltliche Verknüpfung der Teilprozesse wurde durch die Planungskomponente auf die Bildung der Subteams übertragen,



was als Beleg für die praktische Anwendbarkeit der Planungsergebnisse gewertet werden kann.

Da das Pilotunternehmen nicht über ein WFMS verfügt, erwies sich die Trennung der Planungskomponente von der Steuerungskomponente als sehr vorteilhaft. Dadurch konnten die Funktionen zur Prozeßplanung und Teambesetzung verifiziert werden, ohne dabei ein WFMS installieren zu müssen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß durch die modulare Software-Architektur die Planungskomponente auch isoliert eingesetzt werden kann. Dies erhöht die Flexibilität des Informationssystems erheblich, wenngleich die Vorteile erst mit dem kombinierten Einsatz aller Systemkomponenten vollständig zum Tragen kommen.

Eine Besonderheit des Pilotunternehmens ist, daß dieses für jedes Produktsystem einen separaten Referenzprozeß entwickelt, der dann als Grundlage für die Planung der einzelnen Applikationsprojekte dient. Aufgrund dessen müßte für eine umfassende Nutzung der Planungskomponente diese so verändert werden, daß mehrere, systemspezifische Planungsgrundlagen angelegt und verwaltet werden können. Hierzu ist lediglich ein weiteres Feld zur Spezifizierung des jeweiligen Produktsystems in die Tabellen „Unternehmensprozeß“ sowie „Prozeß“ der Access-Datenbank sowie eine entsprechende Ergänzung in der Benutzerschnittstelle erforderlich.

Es wurde weiterhin festgestellt, daß durch den Abgleich mit dem unternehmensneutralen Referenzprozeß wichtige Rückkopplungen ermittelt und fortan in die Ablaufplanung einbezogen werden konnten. Dies kann als eine Bestätigung der Schichtentechnik (Abs. 5.2.1.2) gewertet werden.

## **6.3.2 Verifizierung der Komponenten II und III: Steuerung und Monitoring**

### **6.3.2.1 Ausgangssituation beim Pilotunternehmen B**

Die Verifizierung der Steuerungs- und Monitoring-Komponenten erfolgte in einer Ingenieurgesellschaft, welche u.a. Materialflußanalysen, Anlagenplanungen sowie IT-Systemeinführungen als Dienstleistungen anbietet. Die 35 Projekt Ingenieure sind in Beratungsprojekten sowie in Forschungs- und Entwicklungsprojekten tätig. Letztere werden in der Regel in Kooperation mit Industrieunternehmen und Forschungsinstituten verschiedener Universitäten durchgeführt.

Forschungs- und Beratungsunternehmen sind, da sie intellektuelle Dienstleistungen anbieten, stärker noch als Industrieunternehmen vom Wissen ihrer Mitarbeiter abhängig. Das Pilotunternehmen legt daher besonderen Wert auf einen effizienten Umgang mit der Ressource Information. Als besondere Herausforderung erwies sich in diesem Zusam-

menhang die strukturbedingt hohe Fluktuationsrate der Mitarbeiter von circa 20 - 25% jährlich. Ausscheidende Mitarbeiter nehmen nicht nur ihr Erfahrungswissen mit sich, sondern hinterlassen in der Regel große Mengen elektronischer Dokumente, welche die Ergebnisse ihrer Arbeit beinhalten. Aufgrund der in überwiegend unstrukturierter Form vorliegenden Informationen waren die übrigen Mitarbeiter zumeist nicht in der Lage, diese Dokumente sinnvoll zu nutzen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Software-Einsatzes war die projektübergreifende Nutzung von Informationen. Neben der Anwendung von Informationen aus bereits abgeschlossenen Projekten der Vergangenheit galt es, die in zeitgleich durchgeführten Projekten gewonnenen Informationen möglichst auszutauschen. Bei durchschnittlich 20 parallel verfolgten Projekten im Unternehmen ging dem einzelnen Mitarbeiter nicht selten der Überblick über die Aktivitäten der Kollegen verloren. Sowohl eine effiziente Informationssuche als auch eine aktive und gezielte Informationsverteilung gestaltete sich daher problematisch. Aus dieser Situation leitete das Unternehmen den Bedarf nach neuen Werkzeugen zur Informationssuche und -verteilung ab.

Aus den geschilderten Ausgangsbedingungen läßt sich bereits ableiten, daß für das Pilotunternehmen die Steuerungsfunktionen „Informationssuche“ und „Informationsverteilung“ eine deutlich höhere Priorität besaßen als die Funktionen der Monitoring-Komponente. Da die Mitarbeiter überwiegend in Teams von zwei bis drei Kollegen arbeiten, ist die Ermittlung von Abhängigkeiten zur Optimierung der teaminternen Zusammenarbeit wenig zielführend. Da aber zur Nutzung der Verteilungsfunktion die Anlage individueller Informationsprofile erforderlich ist, konnten die Monitoring-Funktionen dennoch teilweise im praktischen Einsatz erprobt werden. Hierzu wurde ein Abgleich der Informationsprofile vorgenommen und ein Beziehungsbild auf Basis des indirekt abgebildeten Informationsbedarfs erstellt.

#### 6.3.2.2 Anwendung der Steuerungs- und Monitoring-Komponenten

Die Anwendung der Steuerungs- und Monitoring-Komponenten erfolgte im laufenden Betrieb des Unternehmens. Dies bedeutet, daß keine besondere Testumgebung geschaffen wurde. Vielmehr setzten die in den Test involvierten Mitarbeiter, die Software nach Bedarf in der täglichen Arbeit ein. Die auf diese Weise gesammelten Erfahrungen und Ergebnisse sind daher sehr praxisnah.

Um die Praxistauglichkeit des Systems zu überprüfen, wurden mit dem Piloteinsatz folgende Teilziele verfolgt:

- ◆ Ermittlung des zur Installation und zum Betrieb notwendigen Aufwands

- ◆ Bewertung der Ergebnisqualität, insbesondere der Verteilungsfunktion
- ◆ Ermittlung geeigneter Einstellparameter
- ◆ Verifizierung der Monitoring-Funktionen

In diesen Teil des Piloteinsatzes wurden eine Gruppe von zehn Mitarbeitern einbezogen. Diese wurden gezielt aus unterschiedlichen Bereichen des Pilotunternehmens ausgewählt, um für die Testphase eine stärkere Differenzierung der personenspezifischen Arbeitsschwerpunkte und der sich daraus ableitenden Informationsbedürfnisse zu erreichen. Dies erleichtert die Bewertung des Systemverhaltens in bezug auf die Klassifizierung und Verteilung von Informationen.

Der zur Installation des Systems notwendige Aufwand wird im wesentlichen durch zwei Aspekte bestimmt. Zum einen durch die Anbindung der gewünschten File-Server, welche als Datenquellen für die assoziative Suchfunktion dienen sollen. Eine weitere bestimmende Größe ist der zum Aufbau der individuellen Informationsprofile notwendige Aufwand. Während die Anbindung der Datenquellen sehr einfach erfolgen kann, erfordert die Anlage der Informationsprofile zuvor eine intensive Auseinandersetzung des Anwenders mit seinem Arbeitsgebiet. Notwendigerweise muß der Anwender sich über den Inhalt der durch ihn bearbeiteten Aufgabenstellungen klar werden und dafür repräsentative Dokumente respektive Dateien zum Anlernen der Informationsklassen identifizieren. Die praktische Durchführung dieses Schritts hat ergeben, daß zumeist nur drei bis fünf unterschiedliche Informationsklassen notwendig waren, um das Informationsprofil eines Mitarbeiters abzubilden. Dies liegt vor allem an der ausgeprägten inhaltlichen Ausrichtung der bearbeiteten Aufgabenstellungen. Aus Interviews mit Projektmanagern weiterer Unternehmen ist bekannt, daß diese Erfahrungen auf die Praxis in Industrieunternehmen übertragen werden kann. Daraus ergibt sich ein Installationsaufwand von etwa einem halben Arbeitstag pro angeschlossenem Arbeitsplatz.

Die Anwendung der Steuerungsfunktionen „*Informationssuche*“ und „*Informationsverteilung*“ erfordert nur sehr geringen Aufwand vom einzelnen Mitarbeiter. Der Piloteinsatz hat gezeigt, daß das System gut von den Anwendern angenommen und genutzt wird. Befragungen haben ergeben, daß dies insbesondere auf die gute Integration des Gesamtsystems in die bestehende Software-Umgebung sowie auf die sehr einfach zu bedienenden Systemfunktionen zurückzuführen ist.

Die Treffsicherheit des Suchergebnisses hängt im wesentlichen vom Umfang und Form der Suchanfrage ab. Reine Schlagwortvorgaben produzieren dabei Ergebnisse, deren Treffsicherheit mit der von konventionellen, aus dem Internet bekannten Suchalgorithmen vergleichbar ist. Deutlich bessere Ergebnisse können dagegen erzielt werden, wenn Suchanfragen in zusammenhängender Textform an die Brainware-Engine übergeben

werden. Dabei hat sich ein Umfang zwischen einem einzelnen Satz und einem mittellangen Absatz als günstig herausgestellt.

Neben der Ergebnisqualität der Suchfunktion wurde besonderes Augenmerk auf die Qualität der Verteilungsfunktion gelegt. Diese kann in erheblichem Maß durch die Anwender selbst bestimmt werden. Die Definition der Lernmenge ist der dabei wichtigste Aspekt. Die minimal zehn (maximal 100) als Lernmenge pro Informationsklasse definierten Dokumente dienen in jedem Verteilungsvorgang als Prüfmenge. Daher ist das Anlernen des Neuronalen Netzes der Vorgang, welcher die Qualität der Verteilungsfunktion am stärksten beeinflusst. Bei den im Piloteinsatz durchgeführten Verteilungsvorgängen konnte eine hohe Übereinstimmung der zu verteilenden Information mit den Informationsbedürfnissen der beteiligten Personen erreicht werden. Auf diese Weise konnten Informationen, welche vorher entweder an alle Mitarbeiter versandt oder im Intranet zentral zur Verfügung gestellt wurden, selektiv im Unternehmen distribuiert werden. Eine Befragung der beteiligten Mitarbeiter hat ergeben, daß diese die daraus resultierende reduzierte Informationsmenge sehr begrüßen.

Verbesserungspotential läßt sich erschließen, wenn jeder einzelne Mitarbeiter für sich bestimmen könnte, ab welchem Übereinstimmungsgrad (confidence-level) eine Information an ihn verteilt wird. Bisher kann dies lediglich durch den Informationssender und nicht durch den Empfänger selbst festgelegt werden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß sich ab einem Übereinstimmungsgrad von ca. 90% eine hohe Akzeptanz der versandten Informationen bei den ermittelten Empfängern einstellte.

Die Monitoring-Komponente wurde mittels eines Abgleichs der angelegten Informationsprofile auf ihre Praxistauglichkeit geprüft. Wie bereits geschildert, hatten alle Testteilnehmer ihren individuellen Informationsbedarf in Form von mindestens zwei verschiedenen Informationsklassen abgebildet. Indem der Inhalt jeder einzelnen Klasse mit den Informationsklassen der anderen Mitarbeiter verglichen wurde, konnten inhaltliche Gemeinsamkeiten festgestellt werden. So wiesen beispielsweise zwei Klassen unterschiedlicher Mitarbeiter einen hohen Übereinstimmungsgrad auf, so daß auf vergleichbare Inhalte geschlossen werden konnte. Bei näherer Analyse wurde festgestellt, daß die Mitarbeiter die Klassen zum einen unterschiedlich benannt waren und zum anderen unterschiedliche Dokumente beinhalteten, die allerdings die gleiche Thematik behandelten. So lautete die Bezeichnung der einen Klasse auf „Produktengineering“ während bei dem anderen Mitarbeiter vergleichbare Inhalte in der Klasse „Collaborative Commerce“ zu finden waren. Da nicht einzelne Klassenbezeichnungen sondern Inhalte im Mittelpunkt der Analyse stehen, konnten derartige Differenzen überbrückt werden.

Übereinstimmungen dieser Art wurden noch bei weiteren Klassenvergleichen festgestellt und in einer Matrix abgebildet (vgl. Bild 6-11). Auf diese Weise konnte gezeigt werden, daß die in Abs. 3.2.2.2 erläuterte Deutungsverschiebung bei der Interpretation von Informationen (Bild 3-9) in der Praxis tatsächlich zu individuellen Informationsstrukturen führen. Diese Strukturen dokumentieren sich letztlich in unterschiedlichen Klassenbezeichnungen für vergleichbare Inhalte.

Die erstellte Beziehungsmatrix läßt Rückschlüsse auf gemeinsame Informationsbedürfnisse der beteiligten Mitarbeiter zu. Auf das Pilotunternehmen B bezogen lassen sich daraus aber keine Konsequenzen für die Ablauforganisation in Projekten gewinnen. Da die Projektteams selten drei Mitarbeiter überstiegen, ist der Grad der Arbeitsteilung relativ gering. Daher ist eine mit Blick auf den Informationsfluß im Projektteam optimierte Reihenfolgebildung zur Projektdurchführung nicht erforderlich. Bei einer stark arbeitsteiligen Vorgehensweise und dementsprechend großen Projektteams (größer 15 Mitarbeitern), wie sie beim ersten Pilotunternehmen zu finden waren, können dagegen unmittelbare Konsequenzen aus der Beziehungsmatrix für die Reihenfolgebildung abgeleitet werden.

#### **6.4 Resümee der Piloteinsätze**

Die in den beiden Piloteinsätzen erzielten Ergebnisse können als eine Bestätigung des methodischen Ansatzes, der dem entwickelten System zugrunde liegt, gewertet werden. Selbst durch den teilweise isolierten Einsatz der Systemkomponenten konnten Verbesserungen hinsichtlich der Informationsversorgung im Produktengineering erreicht werden. Insgesamt kann festgestellt werden, daß das System geeignet ist, eine kooperationsfördernde Kommunikation im Unternehmen zu unterstützen.

Neben der Vereinfachung des Planungsvorganges an sich wird durch den Einsatz der Planungskomponente vor allem der Informationsaustausch im Unternehmen vorstrukturiert. Besonders positiv ist die Verknüpfung der Ablauf- mit der Aufbauorganisation im Planungsprozeß hervorzuheben, da sie die Möglichkeit eines gezielteren Personaleinsatzes im Rahmen von temporären Subteams ermöglicht. Üblicherweise spontan entstehende Teamstrukturen können auf diese Weise bereits in der Planungsphase vorhergesehen und entsprechend eingeplant werden.

In Ergänzung zu den formellen Informationsflüssen, für die eine Steuerung mittels WFMS vorgesehen ist, können nunmehr auch informelle Informationsflüsse systemgestützt erfolgen. Der Piloteinsatz hat gezeigt, daß vor allem die kontextsensitive Informationsverteilung ein Defizit bestehender Systeme beseitigt. Dabei sind es gerade die Empfänger der Informationen, welche den Nutzen dieser Funktion herausstreichen, da die erhaltenen Informationen ihren Bedürfnissen entsprechen. Mit der Fokussierung auf unstrukturiert in

Text- und Grafikdokumenten vorliegende Informationen wird des weiteren einem gravierenden, mit dem intensivem Rechnereinsatz im Produktengineering einhergehenden Problem Rechnung getragen. Im Umgang mit diesen Informationsquellen können wesentliche zeitliche Einsparungspotentiale durch die Nutzung der Steuerungsfunktionen erschlossen werden. Aufgrund fehlender Vergleichsdaten kann das erschlossene Potential nicht eindeutig quantifiziert werden, jedoch rechtfertigt der subjektive Eindruck der beteiligten Mitarbeiter diese Aussage. Aber nicht allein die Reduzierung des Suchaufwandes macht das System für die Anwender wertvoll, vielmehr werden durch das System bisher nicht vorhanden geglaubte Informationen im Bedarfsfall verfügbar. Indem Erfahrungswissen genutzt wird, kann unnötige Doppelarbeit vermieden werden.

Der Test der Monitoring-Komponente hat gezeigt, daß durch die Abbildung und Analyse der Informationsflüsse bzw. -bedürfnisse informationelle Beziehungen im Unternehmen transparent gemacht werden können. Das daraus gewonnene Wissen bzgl. der Abhängigkeiten läßt sich wiederum für eine anforderungsgerechte Ablaufplanung im Produktengineering einsetzen. Bei einem kontinuierlichen Einsatz des Gesamtsystems kann davon ausgegangen werden, daß die Abbildung der informationellen Beziehungen im Unternehmen zunehmend detailliert und gefestigt wird. Demzufolge steigt der Nutzen des Informationssystems mit der Anwendungsdauer.

Insgesamt ist festzustellen, daß der Aufwand zur Einführung und zum Betrieb eines solchen Systems im Vergleich zu dem dadurch erzielbaren Nutzen gering ist. Neben den Anschaffungskosten sind lediglich moderate Installations-, Schulungs- und Betriebskosten zu erwarten. Der Installationsaufwand ist mit 0,5 Tagen pro angeschlossenem Arbeitsplatz bereits quantifiziert worden. Der Schulungsaufwand wird in einer ähnlichen Höhe veranschlagt. Aufgrund der dezentral verwalteten Informationsprofile reduziert sich der notwendige Administrationsaufwand auf ein Minimum. Hierzu zählen die kontinuierliche Aktualisierung der abgebildeten Aufbauorganisation und das Einpflegen grundlegend veränderter Referenzprozesse für die Ablauforganisation. Diese Schätzungen schließen natürlich nicht den Aufwand, der für die Einführung und den Betrieb eines WFMS erforderlich ist, ein. Aufgrund der Komplexität dieser Systeme ist der dafür notwendige Aufwand mit großer Wahrscheinlichkeit sehr viel größer. Jedoch setzen viele Unternehmen in Verwaltungs- und Servicebereichen bereits ein WFMS ein, so daß dieses mit dem in dieser Arbeit entwickelten Informationssystem verknüpft werden kann. Dadurch kann das WFMS dann auch im Produktengineering genutzt werden.

Dem beschriebenen Aufwand steht der Nutzen in Form eingesparter Arbeitszeit, welche bisher für die Suche und Verteilung von Informationen verwandt wird, gegenüber. Des weiteren können zeitliche Einsparungen durch eine beschleunigte Projektdurchführung

erreicht werden. Eine verbesserte unternehmensinterne und -übergreifende Kommunikation schlägt sich letztlich aber auch in einer gesteigerten Qualität der Arbeit nieder.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß der Einsatz eines neuen Informationssystems fast immer auf Vorbehalte im Unternehmen stößt. Dies galt auch für das Unternehmen B, da die in diesem Unternehmen getesteten Steuerungs- und Monitoring-Komponenten den sensiblen Bereich des Informationsaustauschs berührt. Insbesondere Integrität, Vertraulichkeit und Beeinflußbarkeit müssen in diesem Bereich gewährleistet werden [WIT\_98]. Da der Anwender aber die Kontrolle über seine Daten behält und die Bedienung des Systems sehr einfach gestaltet ist, konnten diese Vorbehalte während des Piloteinsatzes sukzessive abgebaut werden.

Der praktische Einsatz der Komponenten erfolgte in einem Unternehmen des Maschinenbaus bzw. in einem weiteren für diese Branche arbeitenden Unternehmen. Es wurde bereits in Kapitel 4 darauf hingewiesen, daß das Anwendungsfeld des Informationssystems dadurch nicht auf diese Branche begrenzt wird, sondern eine Übertragung auf andere Branchen erfolgen kann. Als geeignete Einsatzfelder erscheinen insbesondere der Automobil- und Anlagenbau sowie die Luftfahrtindustrie. Allerdings sollte der Einsatz des Systems eher in mittleren bis großen Unternehmen erfolgen. In kleineren Unternehmen überwiegt der persönliche Kontakt zwischen den Mitarbeitern, so daß eine systemtechnische Unterstützung für die Kommunikation zwischen ihnen nicht in dem Maße erforderlich ist wie in größeren Unternehmen, wo dieser Kontakt häufig verlorenght. Als Orientierung kann die Größe des Pilotunternehmens B dienen. Bereits ab einer Zahl von ca. 25-30 in einen Engineeringprozeß involvierter Mitarbeitern lassen sich Vorteile in der Kommunikation durch den Einsatz des Systems erzielen.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

In dynamischen Marktumgebungen müssen Unternehmen durch vorausschauende Produkt- und Prozeßentwicklung ihren Markt im Sinne des eigenen Unternehmens gestalten. Kooperatives Produktengineering ist ein erfolgsversprechender Ansatz, um dieses Ziel zu erreichen. Durch unternehmensinterne und -übergreifende Zusammenarbeit können neue Märkte frühzeitig erkannt und diese durch innovative Produkte strategisch erschlossen werden.

Kooperation im Produktengineering basiert auf einem intensivem Informationsaustausch zwischen allen an der Entwicklung und Umsetzung von Produkten und Herstellprozessen beteiligten Personen und Bereichen. Dies schließt sowohl die strategische Geschäftsfeldplanung als auch die operative Produkt- und Prozeßentwicklung ein. Durch die Verknüpfung dieser Aufgabenbereiche in einem gemeinsamen Engineering-prozeß steigt sowohl die Zahl informationeller Abhängigkeiten zwischen den Teilprozessen als auch die zu verarbeitende Informationsmenge für alle Beteiligten stark an. Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die Organisation der Prozeßdurchführung im allgemeinen und an die Deckung des individuellen Informationsbedarfs im speziellen. Der große Anteil unstrukturiert vorliegender Informationen wirkt sich dabei erschwerend auf die Bemühungen zur Deckung des individuellen Informationsbedarfs aus. Infolgedessen entstehen enorme Zeit- und Informationsverluste, die es zu vermeiden gilt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher die Entwicklung der methodischen Grundlagen für ein Informationssystem, das eine bedarfsgerechte Versorgung aller in den Engineering-prozeß involvierten Mitarbeiter gewährleistet und dabei flexibel gegenüber sich verändernden Vorgehensweisen im Engineeringprozeß ist.

Das Systemkonzept basiert auf zwei grundlegenden Ansätzen. Der erste Ansatz beinhaltet die Gestaltung des Informationssystems als Regelkreis, um durch ein prozeßorientiertes Wissensmanagement das Informationssystem an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen. Der zweite Ansatz systematisiert den Informationsbedarf anhand dessen Entstehung und Planbarkeit. Diese Systematik bildet die Basis für die Entwicklung von Funktionen zur systemgestützten Planung bzw. Steuerung formeller und informeller Informationsflüsse.

Der systeminterne Regelkreis umfaßt die Planung, Steuerung sowie das Monitoring von Informationsflüssen im Engineeringprozeß und dient der Ermittlung informationeller Abhängigkeiten zwischen Teilprozessen. Diese Abhängigkeiten bestimmen sowohl die Reihenfolge der Prozeßdurchführung als auch die Möglichkeiten zur Parallelisierung in der Durchführung.



Die Planung erfolgt projektspezifisch auf Basis eines Referenzprozesses für das Produktengineering in Unternehmen des Maschinenbaus. Auf der Prozeßplanung aufbauend, werden Projektteams gebildet, denen die Durchführung eng miteinander verbundener Teilprozesse übertragen wird. Das Planungsergebnis ist Ausgangspunkt für die Steuerung der formellen Informationsflüsse im Produktengineering mittels eines WFMS. Damit kann der sich unmittelbar aus der Aufgabenstellung ableitende Informationsbedarf gedeckt werden. Situativ auftretender Informationsbedarf erfordert informelle Informationsflüsse. Zur Steuerung dieser Informationsflüsse stehen die Funktionen „Assoziative Informationssuche“ und „Kontextsensitive Informationsverteilung“ zur Verfügung. Durch ein kontinuierliches Monitoring der Informationsflüsse werden informationelle Abhängigkeiten ermittelt und diese in der Planungsgrundlage, dem Referenzprozeß, abgebildet. Dadurch wird der Regelkreis geschlossen und das Informationssystem flexibel an sich verändernde Rahmenbedingungen angepaßt.

Das Systemkonzept wurde in einer Software prototypisch umgesetzt und in zwei Pilotunternehmen erfolgreich eingesetzt. Es hat sich gezeigt, daß Projektplanungen im Produktengineering durch den Einsatz des Systems sehr viel schneller und inhaltlich abgesicherter erfolgen können. Des weiteren konnte nachgewiesen werden, daß mit Hilfe des Informationssystems erhebliche Einsparungspotentiale im Management unstrukturierter vorliegender Informationen erzielt werden können. Insbesondere die Kanalisierung der Informationsflüsse im Unternehmen leistet einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Kooperation im Produktengineering und damit insgesamt zur Stärkung des Unternehmens.

Im Zuge der prototypischen Implementierung wurden große Anstrengungen hinsichtlich der Integration der Software in die bestehende Systemlandschaft moderner Unternehmen unternommen. Dabei wurde bewußt auf das Management unstrukturierter Text- und Grafikdokumente fokussiert, da sie den Großteil der im Unternehmen verfügbaren Informationen beinhalten. Wie durch die Piloteinsätze bestätigt wurde, ist die Integration in den Bereich der Büro-Software gut gelungen. Die Anwendung von Standards in der Benutzerführung und Oberflächengestaltung unterstützen dieses Bestreben zusätzlich. Dennoch sollte im Rahmen einer Weiterentwicklung des Systems auch eine Verknüpfung mit PDM/EDM-Systemen hergestellt werden. Derzeit sind die Dokumente, welche durch diese Systeme in strukturierter Form verwaltet werden, nicht für das in der vorliegenden Arbeit entwickelte Informationssystem zugänglich. Hier gilt es noch eine Lücke auf dem Weg zu einer umfassenderen Systemunterstützung zu schließen.

# 8 Anhang

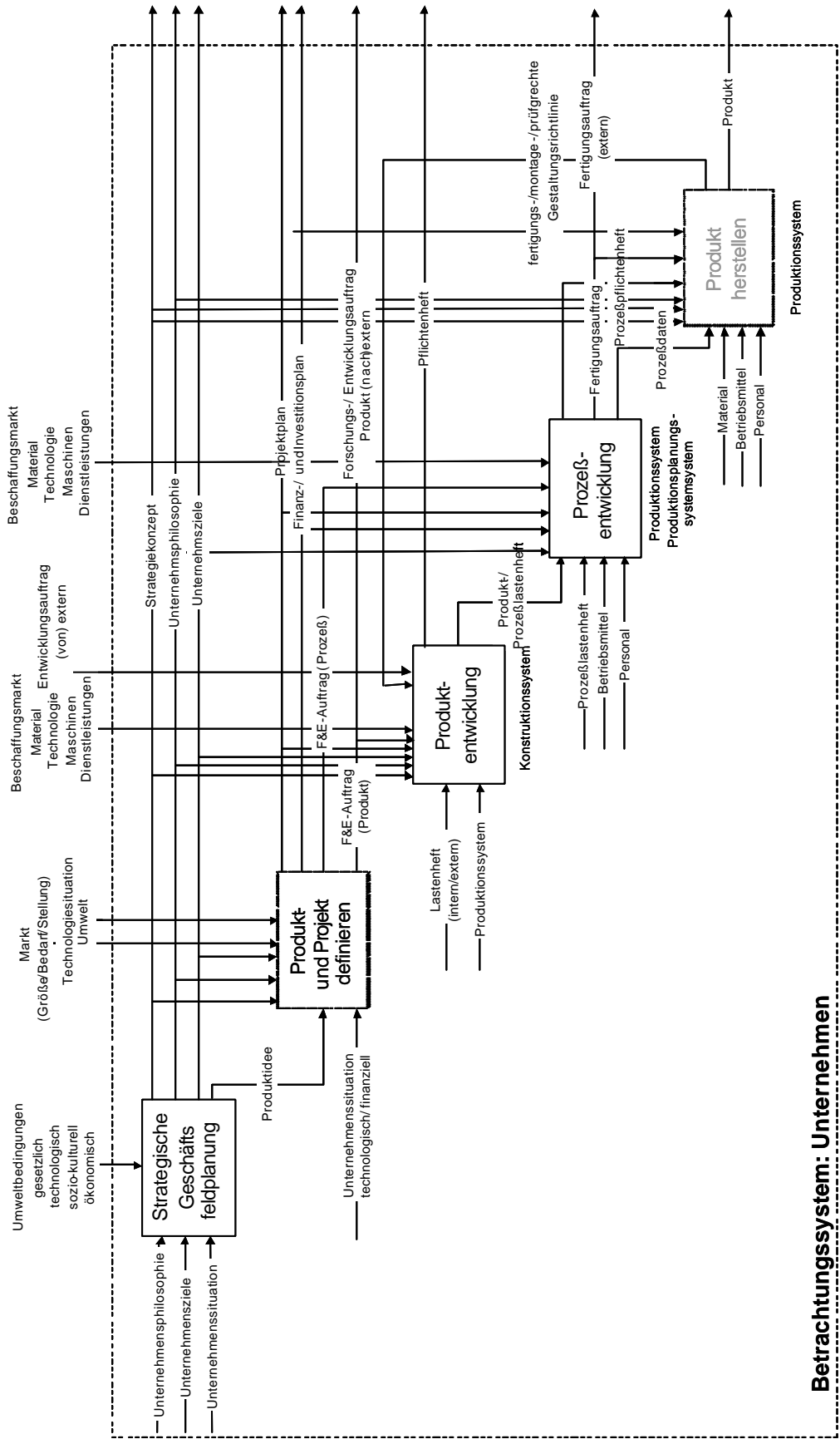


Bild 8-1: SADT-Modell der obersten Ebene des unternehmensneutralen Referenzprozesses

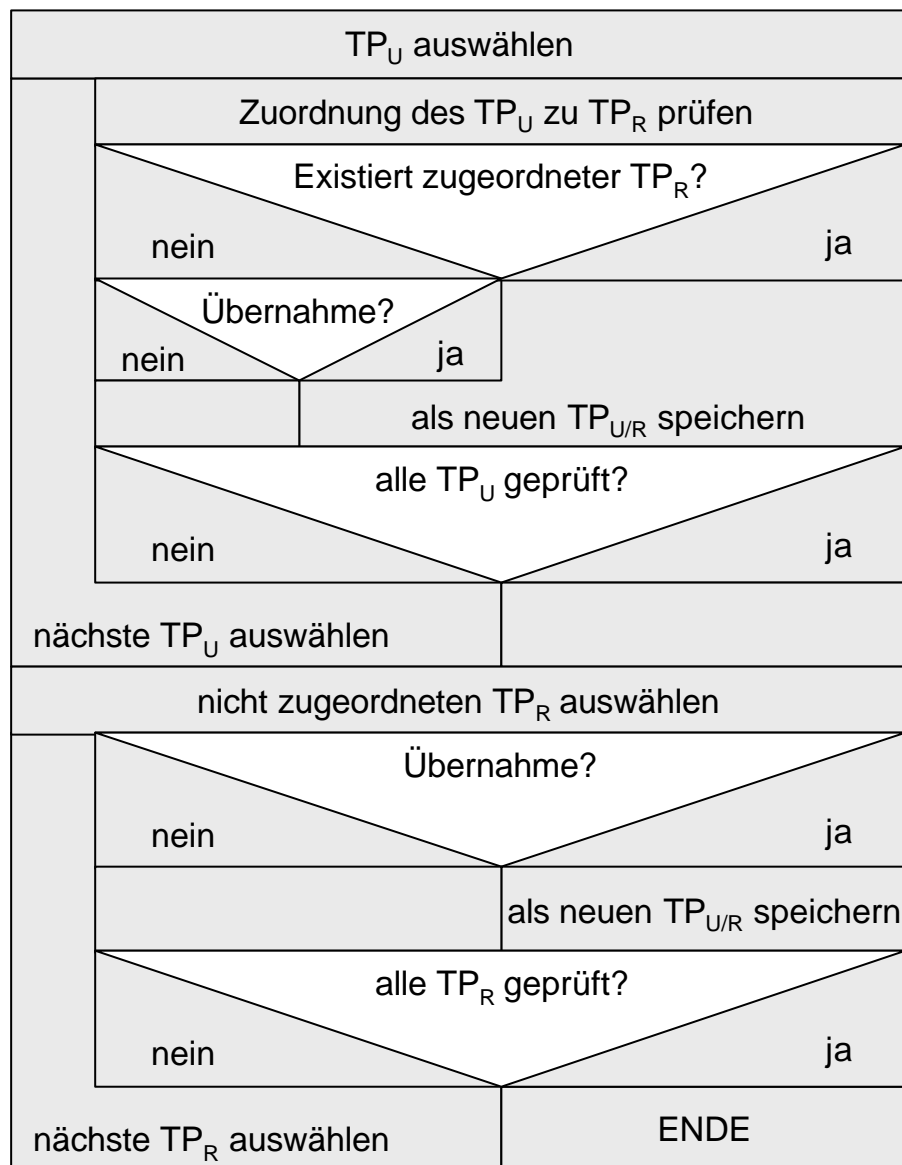


Bild 8-2: Algorithmus zum Abgleich der Teilprozesse im Rahmen der Schichtentechnik

Abkürzungen:

TP<sub>U</sub>                    Teilprozeß des unternehmensspezifischen Engineeringprozesses

TP<sub>R</sub>                    Teilprozeß des unternehmensneutralen Referenzprozesses

TP<sub>U/R</sub>                Teilprozeß des unternehmensspezifischen Referenzprozesses

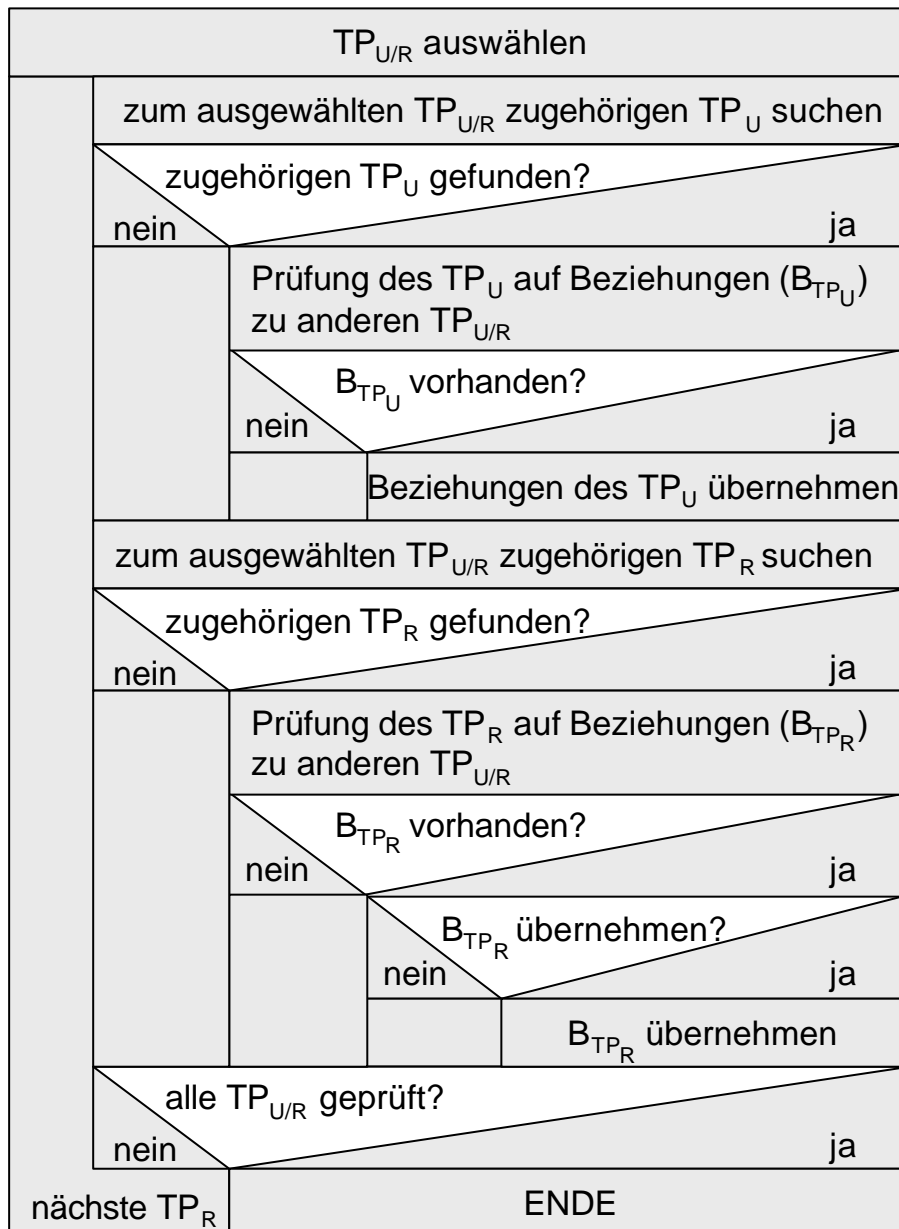


Bild 8-3: Algorithmus zum Abgleich der Beziehungen zwischen den Teilprozesse im Rahmen der Schichtentechnik

Abkürzungen:

TP<sub>U</sub> Teilprozeß des unternehmensspezifischen Engineeringprozesses

TP<sub>R</sub> Teilprozeß des unternehmensneutralen Referenzprozesses

TP<sub>U/R</sub> Teilprozeß des unternehmensspezifischen Referenzprozesses

B<sub>TP</sub> Beziehungen zwischen Teilprozessen des unternehmensspezifischen Engineeringprozesses (Index U) oder des unternehmensneutralen Referenzprozesses (Index R)

## 9 Literaturverzeichnis

- AIK\_94 Aikyama, K.: Funktionsanalyse - der Schlüssel zu erfolgreichen Produkten und Dienstleistungen. Verlag Modernen Industrie, Landsberg/Lech, 1994
- ARG\_94 Argyris, C.: On organizational learning. Blackwell, Cambridge (Massachusetts) 1994
- AuF\_96 Augustin, H.; Förster, H.: Reorganisation durch Informationssysteme. In: ZWF - Zeitschrift für modernen Fabrikbetrieb, Ausgabe 10, 1996, Carl Hanser Verlag, 1996, S. 498-500
- AWI\_99 Awiszus, B.: Integrierte Produkt- und Prozeßmodellierung umformtechnischer Planungsprozesse. Habilitation Universität Hannover, Hannover, 1999
- BEC\_96 Beck, T.: Die Projektorganisation und ihre Gestaltung. Dissertation Universität Tübingen, Duncker und Humblot, Berlin, 1996
- BEI\_98 Beitz, W.; Bender, B.; Tegel, O.: Management of Cooperation in Product Development, CIRP Seminar STC Design, New Tools and Workflows for Product Development, S. 157-168, Production Technology Centre Berlin, 14.-15. May 1998, Fraunhofer IRB Verlag.
- BIC\_00 Bichlmaier, C.: Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen. Dissertation TU München,; Utz, Produktentwicklung München, Bd. 39, München, 2000
- BIN\_98 Bindbeutel, K.: Engineering-Rahmensystem für den integrierten Produktentwicklungsprozeß. Dissertation TU München, Herbert Utz Verlag, München, 1998
- BMB\_00 BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung: 4. Bekanntmachung von Förderrichtlinien im Rahmenkonzept: „Forschung für die Produktion von morgen“ vom 5. September 2000.  
Online-Version (10. 03.2001): <http://fifserver.iai.fzk.de/pft/>

- BOC\_96 Bochtler, W.: Modellbasierte Methodik für eine integrierte Konstruktion und Arbeitsplanung. Dissertation RWTH Aachen, Berichte aus der Produktionstechnik, Band 6/96, Shaker Verlag, Aachen, 1996
- BRO\_91a Brockhaus Enzyklopädie, Band 17, Verlag F. A. Brockhaus GmbH, Mannheim, 1991, S. 220
- BRO\_91b Brockhaus Enzyklopädie, Band 14, Verlag F. A. Brockhaus GmbH, Mannheim, 1991, S. 706
- BRO\_91c Brockhaus Enzyklopädie, Band 10, Verlag F. A. Brockhaus GmbH, Mannheim, 1991, S. 496ff.
- BRÜ\_99 Brüning, J.: Gestaltung modularer Produktentstehungsprozesse in Schmiedeunternehmen. Dissertation Universität Hannover, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 2, Nr. 507, VDI Verlag, Düsseldorf, 1999
- BUL\_95 Bullinger, H.J. et al.; Integrierte Produktentwicklung - Zehn erfolgreiche Praxisbeispiele, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1995
- BuW\_95 Bullinger, H.-J.; Warschat, J.: Concurrent Simultaneous Engineering Systems - The Way to Successful Product Development. Springer - Verlag, Berlin, 1995
- BuW\_97 Bullinger, H.-J.; Warschat, J. (Hrsg.): Forschungs- und Entwicklungsmanagement - Simultaneous Engineering, Projektmanagement, Produktplanung, Rapid Product Development. B.G. Teubner, Stuttgart, 1997
- CAR\_99 Carbon, M.: Folgen der Dezentralisierung - Anforderungen an das Informationsmanagement. In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Effizientes Informationsmanagement in dezentralen Organisationsstrukturen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999
- CAV\_95 Cavallo, V. In: Korn, G. H.: Informationssysteme als Mittel der Entscheidungsfindung während des Produktentstehungsprozesses. Vulkan-Verlag, Essen, 1995, S. 1
- CLR\_94 Cormen, T. H.; Leiserson, C. E.; Rivest, R. L.: Introduction to Algorithms. 14. Ausgabe, MIT Press, Cambridge, 1994

- CIM\_96 CIMOSA Association: CIMOSA – Open System Architecture for CIM, Technical Baseline; Version 3.2., private publication, March 1996
- DAV\_93 Davenport, T. H.: Process Innovation - Reengineering work through information technology. Harvard Business School Press, Boston, 1993
- DAV\_97 Davenport, T. H.: Processing Process Information - Know much how about your company gets work done?  
Online-Version (22.01.2001):  
[http://www.cio.com/archive/031597\\_think\\_print.html](http://www.cio.com/archive/031597_think_print.html)
- DEB\_99 Debus, C.: Informationsaustausch in der Projektorganisation. In: Industrie Management 15 (1999) 4, 1999, S. 32-34
- DiM\_96 Dillon, A.; Morris, M. G.: User acceptance of information technology. Theories and models. In: Annual Review of Information Sciences and Technologies, Nr. 31, 1996, S. 3-32
- DIN\_00 Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN-Fachbericht 80, Geschäftsprozeßgestaltung - Typisierung und Modellierung. Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich, 2000
- DIN\_95 DIN - Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 8404 Qualitätsmanagement - Begriffe. Beuth, Berlin, 1995
- DiS\_98 Dierker, M.; Sander, M.: Lotus Notes 4.6 und Domino - Integration von Groupware und Internet. Addison-Wesley-Longman, Bonn, Reading, 1998
- DöM\_73 Dörfler, W.; Mühlbacher, J.: Graphentheorie für Informatiker. Sammlung Göschen, Band 6016, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1973
- EBL\_95 Eversheim, W.; Bochtler, W.; Laufenberg, L.: Simultaneous Engineering - Erfahrungen aus der Industrie für die Industrie, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest, 1995

- EHR\_94 Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produkterstellung - Weniger Fehler, mehr Effizienz durch Zusammenarbeit und einheitliche Methoden. In: Milberg, J. (Hrsg.); Reinhart, G.: Unsere Stärken stärken - Der Weg zu Wettbewerbsfähigkeit und Standortsicherung. Tagungsband zum Münchner Kolloquium, Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech, 1994
- EHR\_95 Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung - Methoden für die Prozeßorganisation. Produkterstellung und Konstruktion. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1995
- EPP\_91 Eppinger, S. D.: Model-based Approaches to Managing Concurrent Engineering. In: Proceedings of ICED '91, Zürich, 1991
- FGP\_00 Fischer, F. et al.: Engineering Workflow. In: CAD-CAM-Report 19 (2000) Nr. 9, 2000, S. 46-48
- FIS\_00 Fischer, J.: Informationssysteme in der Anwendung. In: Fischer, J.: Bausteine der Wirtschaftsinformatik - Grundlagen, Anwendung, PC-Praxis. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2000, S. 5-24
- FRA\_01 Franzke, S.: Technologieorientierte Unternehmensanalyse für Viel-Produkte-Unternehmen. Dissertation der Universität Hannover, 2001
- FRE\_98 Frese, E.: Grundlagen der Organisation - Konzept, Prinzipien, Strukturen. 7. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1998
- FRN\_98 Franken, T.: Modellbasierte Beherrschung von Konstruktionsabläufen. Dissertation Universität Hannover, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 1, Nr. 306, VDI Verlag, Düsseldorf, 1998
- GaF\_99 Gausemeier, J.; Fink, A.: Führung im Wandel - Ein ganzheitliches Modell zur zukunforientierten Unternehmensgestaltung. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1999
- GAI\_94 Gaitanides, M. et.al. : Prozeßmanagement - Konzepte, Umsetzung und Erfahrungen des Reengineering, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1994



- GeE\_91 Gebala, D. A.; Eppinger, S. D.: Methods for Analyzing Design Procedures. In: Proceeding of Third International ASME Conference on Design Theory and Methodology, Miami, 1991, S. 1-7
- GIS\_99 Gissler, A.: Wissensmanagement - Steigerung der Entwicklungseffizienz durch eine modellbasierte Vorgehensweise zur Umsetzung von Wissensmanagement in der Produktentwicklung. Dissertation Universität Karlsruhe, FBK Produktionstechnische Berichte, Band 33, Karlsruhe, 1999
- GLR\_00 Gausemann, J.; Lindemann, U.; Reinhart, G.; Wiendahl, H.-P.: Kooperatives Produktengineering - Ein neues Selbstverständnis ingenieurmäßigen Wirkens. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 79, Paderborn, 2000
- GOE\_96 Goebel, D.: Modellbasierte Optimierung von Produktentwicklungsprozessen. Dissertation Universität Hannover, Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 2, Nr. 385, CDI Verlag, Düsseldorf, 1996
- GOE\_98 Goesmann, T.; Foecker, E.; Striemer, R.: Wissensmanagement zur Unterstützung der Gestaltung und Durchführung von Geschäftsprozessen. ISST-Bericht 48/98, Online-Version (22.01.2001):  
<http://edok01.tib.uni-hannover.de/edok/e001/267991371.pdf>
- GOL\_99 Goldstein, Bernd: Modellgestützte Geschäftsprozeßgestaltung in der Produktentwicklung. IWB-Forschungsberichte;123, Technische Universität München, 1999
- GRÄ\_99 Gräßler, R.: Planungs- und Workflow-Methodik für eine integrierte Konstruktion und Arbeitsplanung. Dissertation der RWTH Aachen, Berichte aus der Produktionstechnik, Band 19/1999, Shaker Verlag, Aachen, 1999
- GRÄ\_00 Gräßler, I.: Informations- und zeitbasiertes Controlling einer integrierten Konstruktion und Arbeitsplanung. Dissertation RWTH Aachen, Berichte aus der Produktionstechnik, Band 9/2000, Shaker Verlag, Aachen, 2000
- GSK\_00 Gerst, M.; Seidemann, H.; Kanitz, F.: Kooperatives Produktengineering – Produkt- und Prozeßentwicklung strategisch gestalten. In: ZWF, 95 (2000), S.369-372

- HAB\_99 Haberfeller, R.: Systems Engineering - Methodik und Praxis. Hrsg. Daenzer, W. F.; Huber F., Verlag Industrieller Organisation, Zürich, 1999
- HaC\_94 Hammer, M.; Campy, J.: Business Reengineering - Die Radikalkur für das Unternehmen. 2. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt/Main, 1994
- HAN\_96 Hansen, R.: Wirtschaftsinformatik I - Grundlagen der Informationsverarbeitung. 7. Auflage, Lucius & Lucius Verlag, Stuttgart, 1996
- HAR\_91 Harrington, H. J.: Business Process Improvement - the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness. McGraw Hill, New York, 1991
- HAR\_92 Hartley, J. R.: Concurrent Engineering - Shortening Lead times, Raising Quality, and lowering Costs. Productivity Press, Cambridge, 1992
- HaS\_94 Hasenkamp, U.; Syring, M.: CSCW (Computer Supported Cooperative Work) in Organisationen - Grundlagen und Probleme. In: Hasenkamp, U., Kirn, S.; Syring, M. (Hrsg.): CSCW - Computer Supportes Cooperative Work - Informationssysteme für dezentrale Unternehmensstrukturen. Addison Wesley, Bonn, 1994, S. 15-37
- HEN\_92 Henzler, R.: Information und Dokumentation - Sammeln, Speichern und Wiedergeben von Fachinformationen in Datenbanken, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1992
- HeP\_00 Hertzum, A.; Pejtersen, M.: The information-seeking practices of engineers - Searching for documents as well as for people. In: Information Processing and Management 36 (2000), 2000, S. 761-778
- HER\_93 Ehrlenspiel, K.: Industrieprobleme in Entwicklung und Konstruktion sowie Folgerungen gemäß einer Umfrage. In: Konstruktion 45 (1993) 12, 1993, S. 389-396
- HER\_99 Hermanns, O.: Kopplung von Ingenieur Anwendungen durch eine Kommunikations-Infrastruktur. In: Integration von Entwicklungssystemen in Ingenieur Anwendungen - Substantielle Verbesserungen der Entwicklungsprozesse. Nagl, M.; Westfechtel, B. (Hrsg.), Springer Verlag, Berlin, New York, 1999

- HeW\_99 Heimann, P.; Westfechtl, B.: Modelle für verallgemeinerte Workflowsysteme zur Handhabung der Dynamik von Entwicklungsprozessen. In: Nagl, M.; Westfechtl, B. (Hrsg.): Integration von Entwicklungssystemen in Ingenieur Anwendungen - Substantielle Verbesserung der Entwicklungsprozesse. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999
- HEY\_99 Heyn, M.: Methodik zur schnittstellenorientierten Gestaltung von Entwicklungskooperationen. Dissertation RWTH Aachen, Berichte aus der Produktionstechnik, Band 6/99, Shaker Verlag, Aachen, 1999
- HIN\_96 Hinterhuber, H. H.: Strategische Unternehmensführung I - Strategisches Denken. 6. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1996
- HIN\_97 Hinterhuber, H. H.: Vorwort zur 6. Auflage des Buches Strategische Unternehmensführung; 2. Strategisches Handeln: Direktiven, Organisation, Umsetzung, Unternehmenskultur, strategisches Controlling, strategische Führungskompetenz. 6. Auflage, de Gruyter, Berlin, New York, 1997
- HOF\_99 Hofer-Alfeis, Josef: Geschäftsprozeßmanagement - innovative Ansätze für das wandlungsfähige Unternehmen. Tectum Verlag, Marburg, 1999
- JOH\_88 Johansen, R.: Groupware - Computer Support for Business Teams. The Free Press, New York, 1988
- KaB\_92 Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A bis Z - Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1992
- KAM\_00 Kampffmeyer, U.: Zwischen Anspruch und Wirklichkeit - Das vollständig IT-gestützte Knowledge-Management steckt noch in den Kinderschuhen. In: itAV Industrielle Informationstechnik, Nr. 8 (2000), 2000, S. 16-18
- KID\_97 Kidd, P. T.: Revolutionising New Product Development - A blueprint for success in the global automotive industry. Financial Times Report Automotive Publishing, London, 1997
- KIE\_96 Kiesewetter, T.: Integrativer Produktentwicklungsarbeitsplatz mit Multimedia- und Breitbandkommunikationstechnik. Dissertation Technische Universität Berlin, Berlin, 1996

- KiL\_99 Killich, S.; Lucak, H., et al.: Task Modelling for cooperative work. In: Behaviour & Information Technology, Vol. 18, No. 5, 1999, S. 325-338
- KLA\_99 Klabunde, S.: Referenzmodells und flexibles Geschäftsprozessmanagement. In: Hofer-Alfeis, J. (Hrsg.): Geschäftsprozessmanagement - innovative Ansätze für das wandlungsfähige Unternehmen. Tectum Verlag, Marburg, 1999
- KLÄ\_93 Kläger, R.: Modellierung von Produkthanforderungen als Basis für Problemlösungsprozesse in intelligenten Konstruktionssystemen. Dissertation Universität Karlsruhe, Shaker Verlag, Aachen, 1993
- KLO\_98 Klocke, F. (Hrsg.): Produktion 2000plus- Visionen und Forschungsfelder für die Produktion nach dem Jahr 1999, RWTH Aachen, 1998
- KOR\_96 Korn, G. H.: Informationssysteme als Mittel der Entscheidungsfindung während des Produktentstehungsprozesses. Dissertation der Universität Braunschweig, Vulkan Verlag, Essen, 1996
- KOU\_95 Koulopoulos, T.; Frappaolo, C.: Electronic Document Management Systems - A Portable Consultant. McGraw-Hill, New York, 1995
- KRC\_92 Krcmar, H.: Computerunterstützung für die Gruppenarbeit - Zum Stand der Computer Supported Cooperative Work Forschung, In: Wirtschaftsinformatik, 34 (1992) 4, S. 425-437
- KRE\_87 Kreikebaum, H.: Strategische Unternehmensplanung. 2. Auflage, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, 1987
- KrH\_94 Krackhardt, D.; Hanson, J. R.: Informelle Netze - die heimlichen Kraftquelle, Was das Organigramm verschweigt. In: Harvard Business Manager, 1/94, 1994, S. 16-24
- KRI\_97 Krishnan, V.; Eppinger, S. D.; Whitney, D. E.: A Model-Based Framework to Overlap Product Development Activities. In: Management Science, Vol. 43, No. 4, 1997, S. 437-451
- KRO\_63 Kron, G.: Diakoptics - The Piecewise Solution of Large-Scale Systems. Macdonald, London, 1963

- KRT\_95 Krottmaier, J.: Leitfaden Simultaneous Engineering - Kurze Entwicklungszeiten, niedrige Kosten, hohe Qualität. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1995
- KrO\_91 Krause, F.-L.; Ochs, B.: Potentiale der CAD-Technologie zur Gestaltung simultaner Vorgehensweisen in der Produktentwicklung. In: VDI Berichte 865: Die Konstruktion als entscheidender Wettbewerbsfaktor, Ziele, Strategien, Maßnahmen. Düsseldorf, 1991, S. 87-102
- KrV\_95 von Krogh, G.; Venzin, M.: Anhaltende Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement. In: Die Unternehmung, 6/95, 1995, S. 417-436
- KUS\_95 Kusiak, A.: Engineering Design - Products, Processes and Systems. Academic Press, San Diego, London, Boston, 1995
- LAU\_96 Laufenberg, L.: Methodik zur integrierten Projektgestaltung für die situative Umsetzung des Simultaneous Engineering. Dissertation RWTH Aachen, Berichte aus der Produktionstechnik, Band 9/96, Shaker Verlag, Aachen, 1996
- LIN\_95 Lincke, W.: Simultaneous Engineering - Neue Wege zu überlegenden Produkten. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1995
- LuE\_98 Lucak, H.; Eversheim, W.: Produktionsplanung und Steuerung - Grundlagen, Gestaltung, Konzepte. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1998
- LUL\_93 Lullies, V.; Bollinger, H.; Wetz, F.: Wissenslogistik - Über den Umgang mit Wissen bei Entwicklungsvorhaben. Campus Verlag, Frankfurt/Main, New York, 1993
- MAR\_86 Marca, D.: SADT - Structured Analysis and Design Techniques. McGraw-Hill Book Company, New York, 1986
- MER\_93 Mertins, K.; Süssenguth, W.; Jochem, R.: Modellierungsmethoden für rechnerintegrierte Produktionsprozesse - Unternehmensmodellierung, Softwareentwurf, Schnittstellendefinition, Simulation. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1993

- MIL\_92 Milberg, J.; Schuster, G.; Woenckhaus, C.: Integration von Produktentwicklung und Montageplanung. In: Technica 7/92, 1992, S. 14-18
- MÜL\_99 Müller, C.: Der Virtuelle Projektraum - Organisatorische Rapid-Prototyping in der internetbasierten Telekooperationsplattform für Virtuelle Unternehmen im Bauwesen. Dissertation Universität Karlsruhe, Karlsruhe 1999
- MUR\_99 Murr, O.: Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen. Dissertation Technische Universität München, München, 1999
- NaH\_00 Nastansky, L.; Huth, C.: Aufabu- und Prozeßorganisation im virtuellen Unternehmen. In: Industrie Management 16 (2000) 6, GITO-Verlag, 2000, S.69-73
- NAS\_00 Nastansky, L. et.al.: Büroinformations- und Kommunikationssysteme, Groupware, Workflow-Management, Organisationsmodellierung und Messaging-Systeme. In: Fischer, J.: Bausteine der Wirtschaftsinformatik - Grundlagen, Anwendung, PC-Praxis. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2000, S. 235-322
- NoT\_97 Nonaka, I.; Takeuchi, H.: Die Organisation des Wissens - Wie japanische unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Campus Verlag, Frankfurt/Main, New York, 1997
- NyW\_99 Nyhuis, P.; Wiendahl H.-P.: Logistische Kennlinien - Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999
- OES\_95 Oesterle, H.: Business engineering - Prozeß- und Systementwicklung. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1995
- OMG\_99 OMG: Unified Modelling Language, Version 1.3 beta  
Online-Version (13. April 2001): <http://uml.systemhouse.mci.com>
- OTT\_97 Ott, T.; Kretschmar, O.; Goldstein, B.; Kiesling, G.: Integrierte Modellierung von Prozeß und Produkt im Entwicklungsbereich. In: Information Management & Consulting, IM Sonderausgabe Band 12, 1997, S. 8-14

- OTT\_98 Ott, M.: Organization Design as a Groupware-supported team Process - GroupOrga, Participative and Distributed Organization Design for Office Information and Workflow Management Systems. Dissertation Universität Paderborn, Paderborn, 1998
- PaB\_93 Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre – Methoden und Anwendung. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1993
- PAT\_71 Paton, K.: An Algorithm for the Blocks and Cutnodes of a Linear graph. Communication of the ACM 14, 1971, 468-475
- PAV\_01 Pavone-Online  
[http://www.pavone.de/web/de/pages.nsf/goto/workflow\\_management](http://www.pavone.de/web/de/pages.nsf/goto/workflow_management)
- PET\_93 Petrovic, O.: Workgroup Computing, Computergestützte Teamarbeit - Informationstechnologische Unterstützung für teambasierte Organisationsformen. Physica Verlag, Heidelberg, 1993
- PFL\_91 Pflicht, W.: Wirtschaftlichkeit des Variablen Informations- und Dokumentationssystems (VIDOS) auf der Basis von DIN-Normen. In: DIN-Mitteilungen, 67, 1991, S. 257-264
- PIC\_01 Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. T.: Die grenzenlose Unternehmung - Information, Organisation und Management. 4. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden 2001
- PIC\_88 Picot, A.; Reichwald, R.; Nippa, M.: Zur Bedeutung der Entwicklungsaufgabe für die Entwicklungszeit - Ansätze für die Entwicklungszeitgestaltung. In: Brockhoff, K. (Hrsg.); Picot, A.; Urban, Ch.: Zeitmanagement in Forschung und Entwicklung. ZfbF-Sonderheft 23, 1988
- PIC\_95 Picot, A.; Rohrbach, P.: Organisatorische Einsatzmöglichkeiten von Workflow-Management-Systemen. In: DIN-Mitteilung 74, 1995, Nr. 4, S. 230-236
- PIS\_86 Platz, J.; Schmelzer, J.: Projektmanagement in der industriellen Forschung und Entwicklung – Einführung anhand von Beispielen aus der Informationstechnik, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1986

- POL\_96 Polly, A.: Methodische Entwicklung und Integration von Produktmodellen. Dissertation Universität Karlsruhe, Shaker Verlag, 1996
- PON\_96 Pons: Kompaktwörterbuch Englisch-Deutsch, Deutsch-Englisch. 2.Auflage, 7 Nachdruck , Ernst Klett Verlag, Stuttgart, München, Düsseldorf, Leipzig, 1996
- PRO\_01 Webpage der Firma ProSTEP (Stand: 17. April 2001)  
[http://www.prostep.de/d\\_gmbh\\_rahmens.html](http://www.prostep.de/d_gmbh_rahmens.html)
- PRO\_99 Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K.: Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 3. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden 1999
- RAA\_91 Raasch, J.: Systementwicklung mit strukturierten Methoden – Ein Leitfa-  
den für die Praxis und Studium. Carl Hanser Verlag, München, Wien,  
1991
- RAD\_00 Navi Radjou et al.: Development portals emerge. Forresters Report,  
Cambridge, 2000
- ROD\_76 Rodenacker, W. G.: Methodisches Konstruieren. Springer Verlag,  
München, Berlin, New York, 1976
- RUM\_93 Rumbaugh, J.; Blaha, M.; Premerlani, W.; Eddy, F.; Lorensen, W.: Object  
Oriented Modelling and Design. Englewood Cliffs, 1991
- SAR\_93 Saretz, B.: Entwicklung einer Methodik zur Parallelisierung von Planungs-  
abläufen – Ein Beitrag zur Reduzierung von Produktentwicklungszeiten in  
der Serienproduktion. Dissertation RWTH Aachen, Berichte aus der  
Produktionstechnik, Band 6/93, Shaker Verlag, Aachen, 1993
- SAY\_84 Saynisch, M.: Konfigurationsmanagement. TÜV-Rheinland Verlag, Köln,  
1994
- SCH\_00 Schmidt, B. C.: Produktionssysteme ganzheitlich gestalten. In: phi –  
Produktionstechnik Hannover informiert, 1/2000, Hannover, 2000, S. 4



- SCO\_01 Supply Chain Council: Supply Chain Operations Reference-model Overview of SCOR Version 5.00. Online-Version: <http://www.supply-chain.org/slides/SCOR5.0OverviewBooklet.pdf>
- SEE\_95 Scheer, A.-W.; Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1995
- SEE\_98 Scheer, A. W.: ARIS – vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem, 3. Aufl., Berlin et al. 1998
- SEL\_00 Selinger, G.: Rechnerunterstützung der informellen Kommunikation in verteilten Unternehmensstrukturen. Dissertation der Universität Karlsruhe, Band 100, Karlsruhe, 2000
- SER\_00 SER Systems AG: SERbrainware Technical Description – Delivering information to those who need it. Online-Version: <http://www.ser.de>
- SEU\_97 Seufert A.: Groupware enabled Data Warehouse – Management Support für prüfungs- und Beratungsgesellschaften. Dissertation Universität St. Gallen, Gabler Verlag, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 1997
- SHA\_76 Shannon, C. E.; Weaver, W.: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie. Oldenbourg Verlag, München, 1976
- SMA\_93 Schmalen, H.: Grundlagen und Probleme der Betriebswirtschaft – Lehrgrundlage für Studium und Weiterbildung mit einführenden Informationen und Arbeitsaufgaben. 9. Auflage, Wirtschaftsverlag Bachem, Köln, 1993
- SÖN\_95 Schönsleben, P. (Hrsg.): Die Prozesskette „Engineering“ – Beiträge zum Stand von Organisation und Informatik in produktionsvorgelagerten Bereichen Schweizerischer Unternehmen 1995. Hochschulverlag der ETH Zürich, Zürich, 1995
- SÖT\_99 Schöttner, J.: Produktdatenmanagement in der Fertigungsindustrie – Prinzip, Konzepte, Strategien. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1999

- SPU\_94 Spur, G.: Fabrikbetrieb - Das System, Planung, Steuerung, Organisation, Information, Qualität, Die Menschen. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1994
- SPU\_96 Spur, G.; Mertins, K.; Jochem, R.: Integrated Enterprise Modelling, Beuth Verlag, Berlin, 1996
- STE\_65 Steward, D. V.: Partitioning and Tearing Systems of Equations. In: SIAM Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, Series B Numerical Analysis (1965) 2, S. 345-365
- STE\_96 Steinwasser, P.: Modulares Informationsmanagement in der integrierten Produkt- und Prozeßplanung. Dissertation Universität Erlangen-Nürnberg, Meisenbach Verlag, Bamberg, 1996
- STR\_99 Strietzke, H.: Internetgestütztes Informations- und Kommunikationssystem für verteilte Projektteams am Beispiel der Produktentstehung. Dissertation Universität Hannover, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 10, Nr. 569, VDI Verlag, Düsseldorf, 1999
- STU\_93 Stuffer, R.: Planung und Steuerung der Integrierten Produktentwicklung. Dissertation Technische Universität München, München, 1993
- SUM\_94 Schumann, G.: Adaptive Planung des Produktentwicklungsprozesses. Dissertation Technische Universität Berlin, Forschungsberichte für die Praxis, Band 146, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1994
- TEU\_95 Teufel, S.; Sauter, C.; Mühlherr, T.; Bauknecht, K.: Computerunterstützung für die Gruppenarbeit. Addison-Wesley, Bonn, 1995
- TÖN\_00 Tönshoff, H. K.; Schmidt, B. C.; Seidemann, H.: Co-operative Product Engineering (CPE) - A new approach to simultaneous engineering. In: Proceedings ICME 2000, Capri, 2000
- TÖN\_01 Tönshoff, H. K.; Aplitz, R.; Lattner, A. D.; Schlieder, C.: KnowWork - An Approach within Technical Sales, Design and Process Planning Departments.

- TÖN\_91 Tönshoff, H. K.; Witte, H.-H.: Produkt- und Werkstattmodelle für die Planung und den Betrieb von Produktionsanlagen. In: Wiendahl, H.-P.: Modellbasiertes Planen und Steuern reaktionsschneller Produktionssysteme, IFA-Kolloquium 1991, gfmt, Hannover, 1991
- TÖN\_93 Tönshoff, H. K.; Aurich, J.-C.; Hamelmann, S.: Formale Elementbeschreibung für Konstruktion und Arbeitsplanung. In: VDI-Z 135 (1993) 11/12, S. 113-116
- TÖN\_99 Tönshoff, H. K.; Zahn, G.; Woelk, P.-O.: Datenmodell zum systemneutralen Informationsaustausch auf der Basis Technischer Elemente. In: VDI Berichte Nr. 1497, 1999, S. 431 - 448
- TöW\_00 Tönshoff, H. K.; Wiendahl, H.-P.: Teilprojekt D4 - Informationsmakler für die System einer reaktionsschnellen Verfügbarkeitssicherung. In: Arbeits- und Ergebnisbericht zum SFB 384/1998-1999-2000, Universität Hannover, Hannover, 2000
- TöZ\_99 Tönshoff, H. K.; Zahn, G.: Wissensbasiertes Datenmodell für Konstruktion und Arbeitsplanung. In: ZWF, Jahrgang 94 (1999) 3, 1999, S. 108 - 111
- VER\_96 Vernadat, F. B.: Enterprise Modelling and Integration: principles and applications, Chapman & Hall, 1996
- VOR\_96 G. Voronoj: Ob odnom obobschenij algoritma nepreryvnych drobej. Warschau, 1896
- WAH\_00 Wahrig, G.: Wahrig - Deutsches Wörterbuch. 7. Auflage, Bertelsmann Lexikon, Gütersloh, 2000
- WAR\_96 Wargitsch, C.; Wewers, T.; Oed, J.; Theisinger, F.; Weinberger, C.; Wirthmüller, A.: WWW-Front-ends für Dokumenten- und Workflow-Management-Systeme. Arbeitspapier Nr. 5/1996, Universität Erlangen, 1996
- WAR\_97 Wargitsch, C.: Ein Organizational-Memory-basierter Ansatz für ein lernendes Workflow-Management-System. FORWISS-Report, FR-1997-004, Bayrisches Forschungszentrum für wissensbasierte Systeme, Erlangen, München, Passau, 1997

- WeA\_97      Welge, M. K.; Al-Laham, A.: Stand der strategischen Planungspraxis in der deutschen Industrie - Bericht über eine empirische Untersuchung. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, zbf 49 (9/1997), 1997, S. 790-806
- WEB\_98      Weber, H.: Konzept eines Modells zur Produktentwicklung. Dissertation Technische Universität Berlin, Berichte aus dem Produktionstechnischen Institut Berlin, Berlin, 1998
- WFM\_95      Workflow Management Coalition: The Workflow Reference Model. Document No. TC00-1003, Document Status - Issue 1.1, Brüssel, 1995
- WGW\_67      Wille, H.; Gewalt, K.; Weber, H. D.: Netzplantechnik - Methoden zur Planung und Überwachung von Projekten. Band I Zeitplanung, 2. verbesserte Auflage, Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1967
- WIE\_97      Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1997
- WiK\_00      Wiendahl, H.-P.; Kanitz, F.: Kooperative Produktengineering - Ein neues Selbstverständnis ingenieurmäßigen Wirkens. In: Auf dem Weg zu den Produkten für die Märkte von morgen. 4. Internationales Heinz Nixdorf Symposium; Gausemeier, J. (Hrsg.); Lückel, J.; Paderborn, 2000, S. 49-60
- WIL\_93      Williamson, I.: Der Wandel des Geschäfts durch Simultaneous Engineering. In: CIM-Management 2, 1993, S. 42-46
- WIT\_98      Wittke, N.: Das gläserne Projekt - Transparenz und Durchgängigkeit im gesamten Projektablauf mit Hilfe des Internets. In: BbauBI Heft 11/98, 1998, S. 50-53
- WuK\_00      Wuppertaler Kreis e.V.: Wissensmanagement in mittelständischen Unternehmen - Ein Leitfaden. Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2000

# Lebenslauf

## ZUR PERSON

Holger Seidemann  
geboren am 24. März 1972 in Spremberg

## SCHULBILDUNG

1978 - 1988      Oberschule Spremberg  
1988 - 1990      Erweiterte Oberschule Spremberg (Gymnasium)  
Juli 1990        Abschluß: Allgemeine Hochschulreife

## ZIVILDIENTST

1990 - 1991      Rettungshelfer beim Deutschen Roten Kreuz Spremberg

## HOCHSCHULAUUSBILDUNG

1991 - 1997      Studium der Ingenieurwissenschaften im Studiengang  
Maschinenbau, Fachrichtung Produktionstechnik an der  
Technischen Universität Berlin  
April 1997        Abschluß: Diplom-Ingenieur Maschinenbau

## BERUFSTÄTIGKEIT

studienbegleitend      Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Qualitätssicherung  
und Institut für Montagesysteme der Technischen Universität  
Berlin  
1997 - 2001        Projektingenieur und wissenschaftlicher Mitarbeiter am  
IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH  
unter der wissenschaftlichen Betreuung von  
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. mult. H. K. Tönshoff  
seit Sept. 2001      Business Development,  
Rolls-Royce Deutschland Ltd. & Co KG