

Informationstechnisch unterstützte Kooperation bei Bauprojekten

Martin Keller

Schriftenreihe des Instituts für Bauinformatik
Herausgeber: Univ.-Prof. Dr-Ing. R.J. Scherer

© Institut für Bauinformatik
Fakultät Bauingenieurwesen, TU-Dresden, 2007

ISBN 978-3-86780-004-4

Institut für Bauinformatik, TU Dresden

Postanschrift

Technische Universität Dresden
01062 Dresden

Besucheranschrift

Nürnberger Str. 31a
2.OG, Raum Nr. 204
01187 Dresden

Tel.: +49 351/463-32966
Fax: +49 351/463-33975
E-Mail: Raimar.Scherer@tu-dresden.de
WWW: <http://cib.bau.tu-dresden.de>

Diese Arbeit wurde unter dem Titel

Informationstechnisch unterstützte Kooperation bei Bauprojekten

Information Technology Supported
Cooperation in Construction Projects

an der Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden als

DISSERTATION

von Martin Keller

geboren am 14. Juni 1972 in Gehrden

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigt.

Hauptreferent: Prof. Dr.-Ing. Raimar J. Scherer, Technische Universität Dresden

Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Karsten Menzel, University College Cork, Irland

Prof. Dipl.-Ing. Rasso Steinmann, Fachhochschule München

Tag der öffentlichen Verteidigung: 7. Februar 2007

Kurzfassung

Voraussetzung für eine durchgängige unternehmens- und phasenübergreifende Informationsverarbeitung in Bauprojekten ist die enge Verzahnung von Prozessabläufen und Anwendungssystemen über die Unternehmensgrenzen hinweg. Schwerpunkt der Arbeit ist daher die Unterstützung der unternehmensübergreifenden Integration heterogener IT-Anwendungssysteme auf Basis wiederverwendbarer Geschäftsprozessmodelle.

Die Grundlage des Lösungsansatzes bildet die Entwicklung eines branchenspezifischen Frameworks zur Initialisierung der für die kooperative Zusammenarbeit in einem Bauprojekt erforderlichen Randbedingungen. Kern des Frameworks ist ein Bau-Netzwerk-Schema, mit welchem die Kooperationsrandbedingungen abgebildet werden können. Für die Entwicklung des Bau-Netzwerk-Schemas werden baubranchenspezifische Fachmodelle und Fachinformationen in einem Gesamtmodell vereinigt. Der Ablauf zur Instanziierung des Bau-Netzwerk-Schemas für ein konkretes Bauprojekt wird durch ein Vorgehensmodell gesteuert und in einem Framework-Editor umgesetzt.

Zur Beschreibung der unternehmensinternen Arbeitsabläufe in unterschiedlichen Bauprojekten werden in der Arbeit modular generische (Referenz-)Prozessmuster entwickelt und anhand von Metainformationen spezifiziert. Diese Prozessmuster dienen als Speicher expliziten Prozesswissens und bieten eine Ausgangslösung zur Beschreibung projektspezifischer Geschäftsprozesse. Darüber hinaus werden Methoden vorgestellt, um ein geeignetes Prozessmuster für einen gegebenen Anwendungskontext auswählen und an die im Bau-Netzwerk-Schema spezifizierten Kooperationsrandbedingungen anpassen zu können. Die konfigurierten Prozessmuster bilden die Grundlage für die Implementierung bzw. die Anpassung der Anwendungssysteme bei den Kooperationspartnern, um damit eine durchgängige unternehmensübergreifende Informationsverarbeitung sicher zu stellen.

Abstract

A prerequisite for an integrated cross-company and phase spanning information processing in construction projects is the close inter-connection of processes and IT-systems beyond the company's borders. Therefore, the emphasis of this work is to support cross-company integration of heterogeneous IT-systems on the basis of reusable business process models.

The basis of the approach is the development of an industry-specific framework for the initialization of the constraints for collaboration in construction projects. The core of the framework is constituted by a construction network scheme, which is capable of representing the boundary conditions of a co-operation. For the development of the construction network scheme, industry-specific models and information are merged into a holistic model. The sequence for the instantiation of the construction network scheme for a concrete project is controlled by a sequence model and implemented into a framework-editor.

For the specification of the company-internal work sequences for different construction projects modular and generic (reference-) process patterns are developed and identified by specific metadata. Process patterns act as storage units for explicit process knowledge, and they provide a primary solution for modelling project-specific business processes. Furthermore, methods for the retrieval of a suitable process pattern for a given application context and for the adaptation to the boundary conditions of a co-operation specified in the construction network scheme, are presented. The configured process patterns provide the basis for the implementation and/or the adjustment of the applications from the co-operation partners, in order to ensure integrated cross-company spanning information processing.

Vorwort

noch in Arbeit ...

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Zielsetzung.....	4
1.3. Grundlagen und Vorgehen.....	5
2. Anforderungen und Lösungsansätze der Kooperation in Bauprojekten	7
2.1. Anforderungen an die Zusammenarbeit	7
2.2. Lösungsansätze	10
2.3. Bewertung der Lösungsansätze	14
3. Grundlagen kooperativer Zusammenarbeit	17
3.1. Formen der Unternehmenskooperation	17
3.1.1. Virtuelle Unternehmen	19
3.1.2. Weitere Organisationskonzepte	23
3.2. Geschäftsprozess- und Workflow-Management.....	24
3.2.1. Einordnung in die Gruppenarbeit (CSCW)	24
3.2.2. Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements	26
3.2.3. Workflow Life-Cycle-Modell.....	28
3.2.4. Geschäftsprozessmodellierung	29
3.2.5. Workflow-Management Systeme	31
3.2.6. Modellierungsmethoden für Geschäftsprozesse	32
3.2.7. Werkzeuge zur Geschäftsprozessmodellierung.....	41
3.2.8. Standardisierungsbestrebungen	41
3.2.9. Beispiele für Meta-Modelle.....	44
3.3. Wissensmanagement und Referenzmodelle	46
3.3.1. Wissensmanagement.....	47
3.3.2. Referenzmodelle	49
4. Aspekte des Projektmanagements in Bauprojekten.....	55
4.1. Strukturierung von Bauprojekten.....	55
4.2. Ablauforganisation.....	57
4.2.1. Phasenmodelle für Bauprojekte	58
4.2.2. Gegenüberstellung der Phasenmodelle.....	64
4.3. Aufbauorganisation.....	66
4.3.1. Leistungsträger.....	66
4.3.2. Organisationsstruktur.....	67
4.3.3. Diskussion.....	68

4.4.	Projektstrukturplan.....	69
4.4.1.	Funktionaler Projektstrukturplan	69
4.4.2.	Objektorientierter Projektstrukturplan.....	71
4.5.	Informationssysteme	72
4.5.1.	Entwurfs- und Konstruktionssoftware	73
4.5.2.	AVA- und Kalkulationssoftware	73
4.5.3.	Software zur Ablauf- und Terminplanung.....	74
4.5.4.	Dokumentenmanagementsysteme	75
4.5.5.	Bauportale	76
4.5.6.	Computer Aided Facility Management Software	78
4.6.	Informationsaustausch und Datenstrukturen	79
4.6.1.	Datenstandards für graphische und bauteilbezogene Informationen....	80
4.6.2.	Datenstandards für Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung.....	82
4.7.	Interdependenzen der Informationen des Projektrahmens	83
5.	Entwicklung eines branchenspezifischen Frameworks zur Initialisierung von Bau-Netzwerken	85
5.1.	Zielsetzung und Anforderungen	85
5.2.	Basiskonzept des Frameworks.....	86
5.2.1.	Definitionen	86
5.2.2.	Basiskonzept	87
5.3.	Entwicklung eines Bau-Netzwerk-Schemas.....	89
5.3.1.	Dimensionen eines Bau-Netzwerk-Schemas.....	89
5.3.2.	Makromodell.....	90
5.3.3.	Entwicklung von Teilmodellen.....	92
5.3.4.	Teilmodell der Wertschöpfung	93
5.3.5.	Teilmodelle der Projektstruktur	95
5.3.6.	Teilmodelle der Aufbauorganisation	102
5.3.7.	Teilmodelle der IT-Infrastruktur.....	104
5.3.8.	Umsetzung des Bau-Netzwerk-Schemas in XML.....	107
5.4.	Entwicklung eines Vorgehensmodells.....	111
5.4.1.	Anforderungen an das Vorgehensmodell	111
5.4.2.	Darstellung des Vorgehensmodells	112
5.4.3.	Beispiel für ein Vorgehensmodell	113
5.5.	Integration von Referenzinformationen.....	114
5.6.	Prototypische Umsetzung des Frameworks.....	115
5.6.1.	Implementierung des Framework-Editors	116
6.	Modellierung und Wiederverwendung von Prozessmustern	119
6.1.	Ziele und Anforderungen.....	119
6.1.1.	Anforderungen an die Geschäftsprozessmodellierung	120
6.1.2.	Anforderungen an die Wiederverwendung von Prozesswissen	122
6.2.	Modellierung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse	122
6.2.1.	Die Prozessmodulkette	123

6.3.	Entwicklung von Prozessmustern.....	125
6.3.1.	Mögliches Anwendungsszenario für Prozessmuster	127
6.3.2.	Anforderungen und Lösungsansätze für Prozessmuster	129
6.3.3.	Design der Prozessmuster	131
6.3.4.	Modell zur Beschreibung der Metainformationen.....	134
6.4.	Unterstützung der Auswahl und Konfiguration von Prozessmustern	136
6.4.1.	Auswahl geeigneter Prozessmuster	136
6.4.2.	Konfiguration der Prozessmuster.....	142
7.	Anwendungsbeispiel Mängelmanagement	145
7.1.	Ausgangssituation.....	145
7.1.1.	Untersuchungsgegenstand	146
7.2.	Informationen des Bau-Netzwerks	146
7.2.1.	Wertschöpfung.....	146
7.2.2.	Funktionen	146
7.2.3.	Leistungen.....	147
7.2.4.	Organisationsstruktur.....	148
7.2.5.	Leistungsträger.....	148
7.2.6.	Informationssysteme	149
7.2.7.	Informationsinhalte	150
7.2.8.	Vorgehensmodell	151
7.3.	Entwicklung der Prozessmuster.....	153
7.4.	Anwendung der Prozessmuster.....	157
7.4.1.	Mobile Applikation.....	157
7.4.2.	Office Applikation	158
7.5.	Instanziierung des Mängelmanagementprozesses	159
8.	Zusammenfassung, Ergebnisse und Ausblick.....	161
8.1.	Zusammenfassung	161
8.2.	Ergebnisse	162
8.3.	Ausblick	164
	Literaturverzeichnis	167

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AHO	Ausschuss der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
ARIS	Architektur Integrierter Informationssysteme
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AVA	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung
BPEL4WS	Business Process Execution Language for Web-Services
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facility Management
CBR	Case-based Reasoning
CSCW	Computer Supported Collaborative Work
DMS	Dokumentenmanagementsystem
DTD	Document Type Definition
DV	Datenverarbeitung
DWG	Drawing (CAD-Austauschformat der Firma Autodesk)
DXF	Drawing Exchange Format
EDI	Electronic Data Interchange
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
eEPK	erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERP	Enterprise-Ressource-Planning
FEM	Finite-Elemente-Methode
FM	Facility Managment
FTP	File Transfer Protocol
GAEB	Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen
GDCPP	Generic Design and Construction Process Protocol
GEFMA	Deutscher Verband für Facility Management e.V.
GU	Generalunternehmer

HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IAI	Industrie Allianz für Interoperabilität
IDEF	Integrated Definition Methods
IFC	Industry Foundation Classes
IT	Informationstechnik
IuK	Information und Kommunikation
HKL	Heizung, Klima und Lüftung
NU	Nachunternehmer
OMIS	Organisational Memory Information System
PDA	Personal Digital Assistant
PKS	Projektkommunikationssystem
PM	Prozessmuster
PMK	Prozessmodulkette
RDF	Resource Description Framework
SOA	Service-orientierte Architektur
SQL	Structured Query Language
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data
STLB	Standardleistungsbuch für das Bauwesen
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
UML	Unified Modelling Language
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VU	Virtuelles Unternehmen
WfMC	Workflow Management Coalition
WfMS	Workflow Management System
WKD	Wertschöpfungskettendiagramm
WSDL	Web Service Description Language
XML	Extensible Markup Language
XPDL	XML Process Description Language
XSQL	XML Structured Query Language

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Die Durchführung von Bauprojekten ist eine äußerst komplexe Aufgabe. Durch immer anspruchsvollere technische Anlagen, kürzere Fertigungszeiten und begrenzte Budgets werden zunehmend höhere Ansprüche an das Management der Projekte gestellt. Kennzeichnend hierfür sind stringenteren Rahmenbedingungen und kürzere Planungs- bzw. Bauphasen. Infolge dessen sind die Leistungen eines Bauprojektes immer umfangreicher geworden und in immer mehr Teilleistungen untergliedert worden. Insbesondere die Anzahl der möglichen Planungs- und Dienstleistungen um ein Bauvorhaben herum sind maßgeblich gestiegen.¹ Verstärkt werden diese Probleme durch einen erhöhten Wettbewerbsdruck in der Baubranche, ausgelöst durch Globalisierungstendenzen und zunehmenden Verdrängungswettbewerb. Dieses hat stagnierende Umsätze² und steigende Kosten zur Folge, gleichzeitig aber auch eine wachsende Serviceerwartung bei den Kunden.

Angesichts dieser neuen Herausforderungen vollzieht sich derzeit eine tief greifende Veränderung des Wirtschafts-, Arbeits- und gesellschaftlichen Lebens, die größtenteils durch die Dynamisierung der Informations- und Kommunikationstechnologien getragen ist (Scheer et al. 2006). So lässt sich in der unternehmerischen Tätigkeit verstärkt ein Wandel von einer internen zu einer externen, unternehmensübergreifenden Perspektive feststellen. Kooperationen zwischen Unternehmen werden zunehmend zum strategischen Erfolgsfaktor. Auch in der Baubranche führt dieser Umbruch zu einschneidenden Veränderungen in den Arbeitsprozessen und der Wertschöpfungskette. Neue Technologien und Methoden, wie service-orientierte IT-Architekturen und phasenübergreifende Gebäudemodellierung, setzen sich in zunehmendem Maße in der Bauwerksplanung und -erstellung sowie der Bauwerksnutzung durch. Mit dem Einsatz dieser Technologien ist eine engere Verzahnung des Informationsmanagements zwischen den Unternehmen möglich aber auch notwendig. Dieses hat wiederum Auswirkungen auf die Gestaltung der Organisationsstrukturen.

Zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit kann die unternehmensübergreifende Kooperation bei der Realisierung von Bauvorhaben eine erfolgskritische Rolle spielen.

¹ Vergleich von Leistungen der Bilfinger Berger AG zwischen 2003 und 2004: Hoch- und Industriebau +4%; Ingenieurbau +12%; Dienstleistungen +17%; Betreiberprojekte (Anzahl) +45%; Quelle: Geschäftsbericht 2004

² Bauinvestitionen zwischen 2001 und 2004 in Mrd. EUR: 226 (2001), 212 (2002), 208 (2003) & 210 (2004); Quelle: Statistisches Bundesamt

Dabei entstehen netzwerkartige Organisationsstrukturen zwischen Leistungsträgern wie Architekt, Bauunternehmen und Baustofflieferanten. Durch die stark ausgeprägte Arbeitsteilung in Bauprojekten und der Heterogenität der an Bauprojekten beteiligten Projektpartner, ergeben sich in der Baubranche sehr komplexe Unternehmensnetzwerke (Vanderhaeghen et al. 2005). Die entstehenden Beziehungsgeflechte in den Unternehmensnetzwerken gehen meist über klassische (singuläre) Lieferanten-Kunden-Beziehungen hinaus, was eine erhöhte Anforderung an die Modellierung der Organisationsstruktur und der Geschäftsprozesse stellt.

Auf Grund der Aufgabenteilung in Bauprojekten hat sich in vielen Unternehmen eine Spezialisierung auf Kernkompetenzen entwickelt. Dadurch entsteht immer häufiger ein Bedarf an Kompetenzen und Ressourcen, den einzelne Unternehmen allein nicht decken können. Die Kernkompetenzen und Ressourcen einzelner unabhängiger Baubetriebe können durch unternehmensübergreifende Kooperationsformen, wie z. B. die virtuelle Unternehmensform, zur Erstellung der von einem Kunden angeforderten Bauleistung verknüpft werden (Müller C. 1999).

Schon seit geraumer Zeit werden neue Vertragsformen im Bauwesen diskutiert, welche die partnerschaftliche Beziehung zwischen den Unternehmen in einem Bauprojekt fördern sollen. Ziel dabei ist die frühzeitige Einbeziehung der ausführenden Unternehmen in die Planungsphase, um durch die effektive Kooperation eine für Auftraggeber und Auftragnehmer verbesserte Gewinnsituation zu erreichen (Hamann 2005). Dadurch sollen unter anderem die kontinuierlich gestiegenen Kosten des Claimmanagements³ reduziert und das finanzielle Risiko minimiert werden. Die Vision dieses Ansatzes lautet: Kooperation statt Konfrontation.

Die Kooperation und die damit einhergehende intensive Einbindung externer Partner in die Projektbearbeitung erfordert eine ausgeprägte Interaktion zwischen den Unternehmen. Hierfür ist der Einsatz informationstechnischer Konzepte unabdingbar, da die Gliederung der vielschichtigen Aufgaben in viele Teilleistungspakete wiederum die Informations- und Prozesskomplexität erhöht. Unternehmen stehen damit nach Scheer et al. (2006) vor zwei zentralen Herausforderungen: zum einen müssen ablauf- und aufbauorganisatorische Anpassungen der Wertschöpfungsketten an die veränderten Rahmenbedingungen vorgenommen werden, zum anderen muss die IuK-technische Umsetzung dieser neuen Szenarien vorangetrieben werden.

Auf Grund dieser gestiegenen Anforderungen können die in einem Bauprojekt auszuführenden Prozesse und die zu verarbeitenden Informationen nicht mehr, wie bisher üblich, für jeden Projektpartner getrennt behandelt werden, sondern bedürfen einer integrierten Betrachtungsweise. Dem Management der Interaktionsbeziehungen kommt damit ein besonderer Stellenwert zuteil. Daher bedarf es eines Ordnungsrahmens, welcher das Management und die Durchführung komplexer, unternehmens-

³ Ziel des Claimmanagements ist die Bearbeitung und Durchsetzung von Nachforderungen im Projekt. Diese können aus geänderten bzw. zusätzlichen Leistungen entstehen, aber auch durch die nicht erbrachte Mitwirkungspflicht des Kunden.

übergreifender Kooperationsszenarien über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes unterstützt.

Das Management unternehmensübergreifender Wertschöpfungsketten erfordert insbesondere in der Baubranche neue Konzepte für die Modellierung und Steuerung der Prozessabläufe. Im Gegensatz zu den vorstrukturierten, überwiegend festgelegten Prozessen in stationären Industrien, sind die Prozesse im Bauwesen durch eine erhebliche Dynamik gekennzeichnet. Technische Konflikte und sich ändernde Zielvorgaben des Auftraggebers erfordern ad-hoc Anpassungen des ursprünglichen Prozessablaufs. Dadurch werden hohe Ansprüche an die Modellierungsmethoden zur Erstellung der Prozessmodelle gestellt. Erschwerend kommt hinzu, dass Unternehmen und auch deren Mitarbeiter an mehreren Projekten gleichzeitig beteiligt sein können. D. h. die unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesse müssen sich flexibel und ohne großen Aufwand an die unterschiedlichen Projektrandbedingungen anpassen lassen können. Um dieses konzeptionell realisieren zu können, ist die unternehmensinterne Betrachtung des Projektablaufs um eine globale Sichtweise zu erweitern.

Neben der ausgeprägten Interaktion zwischen den beteiligten Partnern auf Prozessebene bestehen in Bauprojekten auch hohe Anforderungen an den Austausch von Projektinformationen. Diese Kommunikation ist aber nicht immer zielgerichtet und effektiv, da Informationen häufig nicht aktuell sind, in unterschiedlichen Versionen bzw. Standards vorliegen oder Verantwortlichkeiten nicht eindeutig definiert sind. Auch werden in unterschiedlichen Projekten unterschiedliche Informationssysteme, Dokumentationssysteme und Anwendungsprogramme zur Erstellung, Bearbeitung und Verwaltung der Projektdaten eingesetzt. Dadurch wird die Wiederverwendung etablierter Arbeitsabläufe erschwert.

Für eine effektive und durchgängige Informationsverarbeitung in einem Bauprojekt müssen daher jeweils die unternehmensintern eingesetzten Anwendungssysteme an die projektspezifischen Randbedingungen angepasst werden. Dadurch können alle Partner gemeinsam auf die vorhandenen Projektinformationen zugreifen, ohne dass Informationsverluste oder Inkonsistenzen entstehen können. Voraussetzung dafür ist die Beschreibung der erforderlichen unternehmensübergreifenden Projektspezifika in einem hierfür geeigneten Modell.

Im Bauwesen existieren bereits umfangreiche Modelle zur Abbildung der Projektinformationen. Diese sind z. B. die Industry Foundation Classes (IFC) und das STEP AP 225⁴. Der Fokus dieser Modelle liegt jedoch in erster Linie auf einer detaillierten Beschreibung bautechnischer Informationen wie Dimensionen, Material oder Steifigkeit von Bauteilen. Darüber hinausgehende Informationen zur Organisationsstruktur, der IT-Infrastruktur und den Prozessabläufen werden nur wenig unterstützt. Daher erachten z. B. Garcia et al. (2003) die Entwicklung eines übersichtlichen

⁴ Applikation Protokoll "Building Elements Using Explicit Shape Representation"

Beschreibungsmodells zur Abbildung der für die kooperative Zusammenarbeit notwendigen Informationen für sinnvoll.

1.2. Zielsetzung

Das Leitmotiv dieser Arbeit ist die Entwicklung von Modellen und Methoden zur Unterstützung des durchgängigen, unternehmens- und phasenübergreifenden Prozess- und Informationsmanagements in Bauprojekten. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen die Phasen der Initialisierung und des Betriebs von Kooperationsnetzwerken in Bauprojekten, sowohl auf globaler (unternehmensübergreifender) als auch auf lokaler (unternehmensinterner) Ebene.

Das Ziel ist es, Inkonsistenzen und Datenverluste an den Schnittstellen zwischen Unternehmen und beim Übergang zwischen den Bauwerkslebenszyklusphasen zu reduzieren, indem die Interaktionsbeziehungen in einem gemeinsamen Geschäftsprozessmodell abgebildet werden können. Für die daraus resultierende intensive Kommunikation, Koordination und Kooperation zwischen den Partnerunternehmen ist eine enge Vernetzung der im Projekt eingesetzten Anwendungssysteme notwendig. D. h. es sind Methoden zu entwickeln und Techniken einzusetzen, welche die flexible Konfiguration und Integration der heterogenen IT-Systeme eines Bauprojektes zu einem unternehmensübergreifenden Gesamtsystem unterstützen, ohne die Projektpartner in der Ausführung ihrer Aufgaben zu behindern.

Voraussetzung für die partnerschaftliche Zusammenarbeit in einem Bauprojekt ist eine präzise Definition der Schnittstellen zwischen den Unternehmen bereits in der Phase der Projektinitialisierung. Hierfür ist eine möglichst exakte Beschreibung der Kooperationsrandbedingungen, welche die Prozessgestaltung in einem Bauprojekt nachhaltig beeinflussen, erforderlich. Zur präzisen Abbildung dieser Kooperationsrandbedingungen sind branchenspezifische Fachmodelle und Fachinformationen für das Projektmanagement zu analysieren und in einem formalen Gesamtmodell zu vereinigen. Um Inkonsistenzen und fehlende Informationen bei der Initialisierung der Kooperationsrandbedingungen für ein konkretes Projekt zu vermeiden bzw. zu reduzieren, sollten die Initialisierungsschritte durch die Entwicklung und informationstechnische Umsetzung eines Vorgehensmodells gesteuert werden können.

In der Phase des Betriebs einer Bauprojektkooperation ist insbesondere die reibungslose Interaktion der eingesetzten Anwendungssysteme sowie die exakte Koordination und Steuerung der Prozessabläufe zwischen den Unternehmen für den Projekterfolg entscheidend. Hierfür müssen die unternehmensinternen Prozesse und Anwendungen möglichst flexibel für unterschiedliche Kooperationsrandbedingungen konfigurierbar sein können.

Durch die Entwicklung modularer und generischer (Referenz-)Prozessmuster soll unternehmensinternes Prozesswissen projektneutral gespeichert und wieder verwendet werden können. Ziel ist die Verknüpfung von lokalen Prozessmustern der unter-

schiedlichen Partnerunternehmen zu einem unternehmensübergreifenden Gesamtprozessmodell. Dadurch soll die durchgängige Informationsverarbeitung sichergestellt werden, ohne dass internes Prozesswissen an alle Projektpartner preisgegeben werden muss. Hierfür sind Methoden zur Auswahl und Anpassung von geeigneten Prozessmustern für einen konkreten Anwendungsfall zu entwickeln.

Abschließend sind die in der Arbeit entwickelten Modelle, Methoden und Systeme an einem geeigneten Wertschöpfungsprozess im Bauwerkslebenszyklus zu überprüfen.

1.3. Grundlagen und Vorgehen

Die Grundlagen dieser Arbeit beruhen auf den Erfahrungen und Ergebnissen der Forschungstätigkeit des Autors in nationalen und internationalen Projekten mit folgenden Schwerpunkten:

- projektübergreifendes Workflow-Management: „Intelligent Services and Tools for Concurrent Engineering - ISTforCE“ und „Integriertes Client-Server-System für das virtuelle Bauteam – iCSS“,
- Organisationsmodellierung: „Virtual Organisations Cluster – VOSTER“,
- verteilte mobile Anwendungen: „IuK-System für das Controlling von Bauleistungen“,
- unternehmensübergreifende Prozessmodellierung: „Architektur Kollaborativer Szenarien – ArKoS“.

Diesen Projekten war die Entwicklung konzeptioneller und/oder technischer Lösungen zur Unterstützung der kooperativen Zusammenarbeit in Bauprojekten gemeinsam, wobei jeweils unterschiedliche Forschungsaspekte im Vordergrund standen. Die dabei entwickelten Ergebnisse bilden die Basis für den im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Lösungsansatz.

Die Arbeit beginnt im Kapitel 2 mit der Diskussion über die Anforderung an die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in Bauprojekten und der Beschreibung und Bewertung existierender Lösungsansätze.

In den Kapiteln 3 und 4 wird auf die notwendigen Grundlagen für den in der Arbeit entwickelten Lösungsansatz eingegangen. Dabei erfolgt im Kapitel 3 zunächst ein Überblick und eine Diskussion methodischer und branchenunabhängiger Grundlagen für Unternehmenskooperationen, die Geschäftsprozessmodellierung und das Wissensmanagement. Im Kapitel 4 werden die für die Arbeit relevanten Aspekte des Projektmanagements in Bauprojekten erörtert und vorhandene Fachmodelle und Fachinformationen analysiert.

Die Kapitel 5 und 6 bilden den Kern der Arbeit. In Kapitel 5 wird zunächst ein branchenspezifisches Framework zur Initialisierung der Kooperationsrandbedingungen in Bauprojekten entwickelt. Basis dieses Frameworks ist ein Bau-Netzwerk-Schema,

mit welchem die für die Kooperation in Bauprojekten erforderlichen Informationen abgebildet werden können. Für die Entwicklung des Bau-Netzwerk-Schemas werden die im Kapitel 4 untersuchten Fachmodelle und Fachinformationen in einem formalen Gesamtmodell vereinigt. Durch die Entwicklung eines Vorgehensmodells sollen Inkonsistenzen und Informationslücken bei der Instanziierung des Gesamtmodells vermieden bzw. reduziert werden.

Im Kapitel 6 werden zunächst die Anforderungen an die Modellierung kooperativer Prozesse in Bauprojekten erörtert. Auf Basis dieser Anforderungen wird eine Methode zur Modellierung von (Referenz-)Prozessmustern entwickelt. Durch die Prozessmuster kann unternehmensinternes Prozesswissen projektneutral und modular erstellt und flexibel für unterschiedliche Kooperationsrandbedingungen konfiguriert werden. Darüber hinaus werden in diesem Kapitel Methoden vorgestellt, um ein Prozessmuster für einen konkreten Anwendungsfall auswählen und konfigurieren zu können.

Im Kapitel 7 werden die entwickelten Lösungsansätze an einem Anwendungsbeispiel überprüft und diskutiert. Die Zusammenfassung sowie die Diskussion der Ergebnisse und der Ausblick auf weitere Entwicklungsmöglichkeiten für den Lösungsansatz schließen im Kapitel 8 die Arbeit ab.

2. Anforderungen und Lösungsansätze der Kooperation in Bauprojekten

Bauwerke sind Unikate, die arbeitsteilig von unterschiedlichen Unternehmen geplant, erstellt und betrieben werden. Diese Unternehmen arbeiten häufig zeitlich und/oder räumlich voneinander getrennt. Dadurch werden hohe Anforderungen an die IT-gestützte Kommunikation, Koordination und Kooperation zwischen den Projektpartnern gestellt. In diesem Kapitel werden mögliche Anforderungen beschrieben und aktuelle Lösungsansätze vorgestellt. Anschließend erfolgt die Bewertung der Lösungsansätze für die Arbeit.

2.1. Anforderungen an die Zusammenarbeit

Die Projektrealisierung im Bauwesen unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von den Planungs-, Herstellungs- und Betriebsprozessen anderer typischer Ingenieurdomänen, wie z. B. dem Maschinenbau oder der Elektroindustrie, da es sich bei Bauwerken im Allgemeinen um Unikate handelt. In der Regel erfordern die Prozesse von der Planung, Erstellung und Nutzung bis hin zum Rückbau eine arbeitsteilige Bearbeitung. Diese wird zumeist von rechtlich unabhängigen sowie zeitlich und/oder räumlich getrennten Organisationen durchgeführt. Damit bestehen die Bauprozesse nicht aus unabhängigen Abläufen, sondern setzen sich aus vernetzten unternehmensübergreifenden Aufgaben zusammen, die durch mehrere Personen in unterschiedlichen Unternehmen arbeitsteilig durchgeführt werden. Auf der anderen Seite werden in vielen Unternehmen mehrere Projekte parallel bearbeitet.

Die Ursachen für die Diversifizierung der Bauprozesse liegen nach Hauschild (2003) in der:

- Struktur der Bauindustrie: In der deutschen Bauindustrie dominieren kleine und mittlere Planungsbüros und Bauunternehmen⁵.
- Spezialisierung: Planungsbüros und Bauunternehmen haben sich häufig auf wenige Teilaufgaben spezialisiert.

⁵ Im Jahre 2003 gab es im Bauhauptgewerbe laut Statistisches Bundesamt 75.320 kleine und mittlere Unternehmen (weniger als 250 Beschäftigte) mit einem Umsatz von 65.158 Mill. EUR und 168 Unternehmen mit 250 und mehr Beschäftigten und einem Umsatz von 21.460 Mill. EUR.

- gesetzlichen Vorgabe: Die Arbeitsteilung kann gesetzlich vorgeschrieben sein; so darf z. B. der Tragwerksplaner nicht gleichzeitig die statische Prüfung übernehmen.
- parallelen Bearbeitung: Komplexe Aufgaben werden häufig parallel bearbeitet, um die Bearbeitungszeit zu minimieren.

Für die Bearbeitung von Planungsaufgaben, aber auch zur Unterstützung der Ausführungsarbeiten werden zunehmend aufgabenspezifische Anwendungsprogramme eingesetzt. Diese Programme haben zumeist einen hohen Reifegrad erreicht (Rivard et al. 2004). Was in vielen Fällen jedoch fehlt, sind die Integration der Einzelprogramme und die Schaffung einer gemeinsamen Kommunikationsbasis (Hauschild 2003). Aus dem Einsatz solcher Insellösungen können folgende Probleme resultieren:

- Eingeschränkte Kommunikation: Die Kommunikation erfolgt häufig auf verbalem oder papierbasiertem Weg (z. B. durch Ausdrücke von CAD-Zeichnungen).
- Begrenzter Zugriff: Aufzeichnungen zum Projekt sind häufig privat und daher nicht gemeinsam nutzbar.
- Aktualität und Versionen: Die Suche nach aktuellen Dokumenten oder vorheriger Version gestaltet sich schwierig, da es keine zentrale Datenspeicherung gibt.

Großes Potenzial liegt daher in der Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten durch die Entwicklung IT-gestützter Kommunikationsstrukturen. Dieses Ziel wird unter anderem durch das Konzept des Concurrent Engineering verfolgt. Unter Concurrent Engineering wird die kooperative Arbeit physisch verteilter Teams an ein und demselben Arbeitsgegenstand verstanden, bei denen mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie eine analoge Arbeitsweise zur lokalen Zusammenarbeit erreicht wird (Scherer 1998).

In den letzten Jahren wird zunehmend moderne Kommunikationstechnik eingesetzt, allerdings ist die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten bislang häufig unstrukturiert, meist intuitiv und sehr heterogen bezogen auf Inhalt und Form der auszutauschenden Informationen (Greb 2005). Auch ist der Informationsfluss nicht immer zielgerichtet. Diese Form der Kommunikation kann zu einer enormen Informations- und Datenflut führen, so dass die einzelne Mitarbeiter oft überfordert und von ihrer eigentlichen Aufgabe abgehalten werden, was zu Problemen in der Projektrealisierung führen kann.

Durch die Schaffung einer gemeinsamen Projektdatenbasis (engl. Integrated Project Database) wird versucht, die oben aufgeführten Probleme zu reduzieren (Björk 2003). Dabei können z. B. Dokumentenmanagement- und Projektkommunikationssysteme (siehe Kapitel 4.5) aber auch Produktmodellserver⁶ zum Einsatz kommen. In der Praxis stellt der diesbezügliche Informationsaustausch nach Scherer (2000) aber noch immer folgende Probleme dar:

⁶ Für Aufgaben und Funktionen von Produktmodellservern siehe Katranuschkov & Hyvarinen (1998)

- Informationen werden zumeist per Hand auf die Systeme aufgespielt und heruntergeladen.
- Innerhalb einer Aufgabe muss der Anwender die Abstimmung mit den Projektpartnern selbstständig organisieren.
- Die Systeme sind projektzentriert, d. h. sie wurden entwickelt, um die Teamarbeit in einem einzelnen Projekt zu unterstützen.

Zentrale Projektserver können den Informationsaustausch zwischen den Projektpartnern zwar unterstützen, aber ohne ein durchgängiges Konzept zur formalen Beschreibung der Kommunikationsprozesse kann deren Potential nicht voll ausgeschöpft werden. Hierfür ist die Integration der Anwendungsprogramme und der Projektserver sowohl auf Daten- als auch auf Prozessebene notwendig.

In der Abbildung 2.1 wird das daten- und prozessorientierte Beziehungsgeflecht in einem Bauprojekt beispielhaft dargestellt: An einem Bauprojekt sind mehrere Unternehmen mit unterschiedlichen Rollen beteiligt. Jedes Unternehmen hat seine festgelegten internen Prozessabläufe und nutzt lokale Anwendungsprogramme mit lokalen Daten. Zusätzlich können auch zentrale Projektserver eingesetzt werden, die von einem Dienstleister (auch „Application Service Provider“ genannt) bereitgestellt werden, und auf welche alle Projektbeteiligten Zugriff haben. Darüber hinaus kann ein Unternehmen an weiteren Projekten beteiligt sein, welche wiederum eine eigene Organisationsstruktur und IT-Infrastruktur aufweisen.

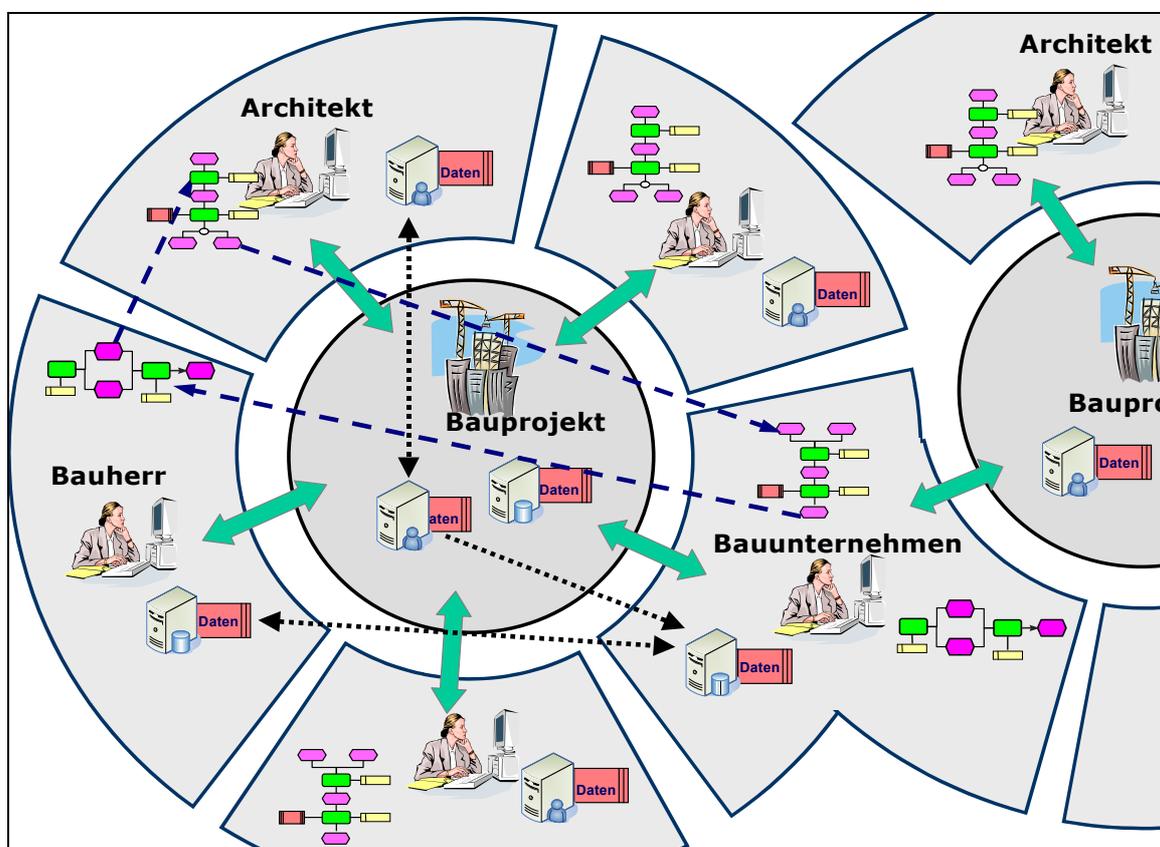


Abbildung 2.1: Daten- und Prozessverknüpfungen zwischen Unternehmen in Bauprojekten (in Anlehnung an Scherer & Keller 2002)

Wenn in diesem Szenario z. B. der Bauherr eine Aufgabe ausführen möchte, für die er Informationen vom Architekten und vom Bauunternehmen braucht, so stellt er eine Anfrage an den Architekten. Dieses Ereignis löst beim Architekten einen festgelegten Prozessablauf aus, und er holt sich die hierfür notwendigen Informationen vom Projektserver, bearbeitet diese mit seinen lokalen Anwendungsprogrammen und schreibt das Ergebnis auf den Projektserver zurück. Anschließend kann er die Aufgabe an das Bauunternehmen weiterleiten. Der zuständige Mitarbeiter des Bauunternehmens holt sich die vom Architekten bereitgestellten Informationen vom Projektserver und verarbeitet sie auf Basis unternehmensinterner Prozessmodelle weiter. Das Ergebnis wird direkt an den Bauherrn übertragen, der nun seine ursprüngliche Aufgabe weiterführen kann.

Basierend auf dem beschriebenen Szenario können für die IT-gestützte Zusammenarbeit in Bauprojekten insbesondere zwei Fragestellungen ausgemacht werden:

- Wie lassen sich die Prozess- und Projektinformationen möglichst verlustfrei über die Unternehmensgrenzen hinweg miteinander verknüpfen?
- Wie können die vorhandenen unternehmensinternen Prozessabläufe und IT-Systeme möglichst flexibel an unterschiedliche Projekttrandbedingungen angepasst werden?

In den letzten Jahren hat sich eine Vielzahl von Forschungsprojekten mit Aspekten dieser Fragestellungen auseinandergesetzt. Nachfolgend werden einige dieser Forschungsprojekte vorgestellt. Im Anschluss daran erfolgt eine Bewertung der in den Projekten entwickelten Lösungsansätze in Bezug auf diese Arbeit.

2.2. Lösungsansätze

Insbesondere die Unterstützung des Informations- und Workflow-Managements in Bauprojekten über das Internet stand im Fokus einer Reihe von Forschungsprojekten. Ein Beispiel hierfür ist das Projekt **integriertes Client-Server-System für das virtuelle Bauteam - iCSS**⁷ (siehe Juli & Scherer 2002). In diesem Projekt wurde ein offenes Informations- und Kommunikationssystem für die koordinierte Zusammenarbeit eines virtuellen Planungsteams entwickelt (siehe Abbildung 2.2). Beginnend mit einem Auftrag stellt der Projektmanager das Planungsteam zusammen und schließt mit diesem, unterstützt durch ein Vertragsmanagementsystem, Subplanerverträge ab. Anschließend erarbeitet das Planungsteam den Projekt-Workflow. In der operativen Phase des Projektes haben die Fachplaner der Unternehmen Zugriff auf sämtliche Projektinformationen und können ihre Aufgaben auch über die Projektgrenzen hinweg planen. Ein integriertes Konfliktmanagement koordiniert dabei die Lösung planerischer Konflikte in Abhängigkeit ihrer Bedeutung für das Gesamtprojekt.

In dem Projekt wurden Methoden, Datenmodelle und Werkzeuge entwickelt, die auf einem ganzheitlichen Ansatz aufbauen und dessen Kern auf einem gemeinsamen

⁷ <http://cib.bau.tu-dresden.de/projects/icss> (letzter Zugriff 15.04.06)

Produktmodell, dem IFC-Modell, basiert. Dazu gehören eine dynamische Ablaufplanung, die Verwaltung eines gemeinsamen 3D-Gebäudemodells, ein zentrales Dokumentenmanagement, das Management von Planungskonflikten sowie ein integriertes Vertragsmodell. Es erfolgt eine konzeptionelle Trennung der Workflows in Projektsicht und firmeninterne Sicht.

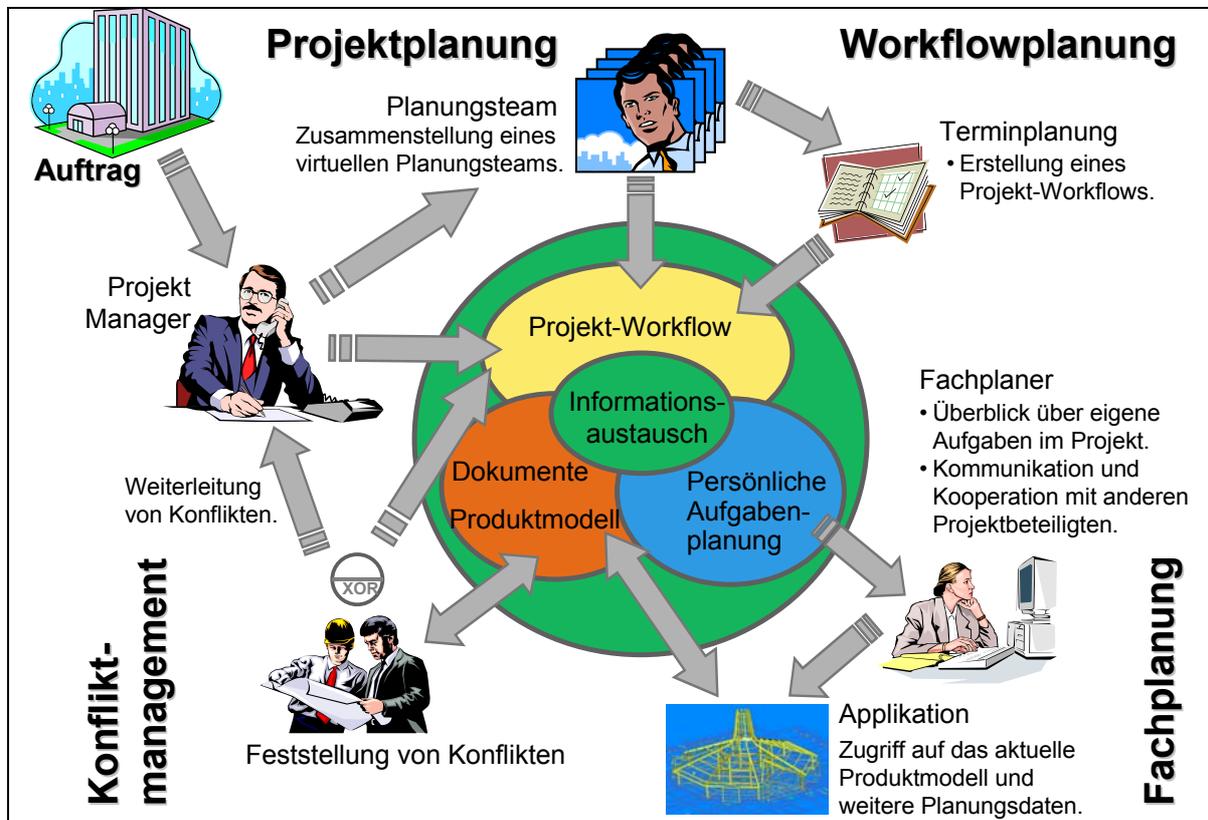


Abbildung 2.2: Konzeptionelle Darstellung des Projektes iCSS

Auch das Projekt **BauKom-Online**⁸ (siehe Ruppel & Klauer 2002 und Klauer 2002) beschäftigte sich mit dem Management von Projektinformationen (insbesondere Kosteninformationen) und Workflowinformationen in Bauprojekten. Ziel war es, ein Internet-Portal zur ganzheitlichen Abbildung der gewerkeübergreifenden Prozesse des Planens, Entwerfens und Bauens zu entwickeln. Als Basis der entwickelten Kooperationsplattform liegt ein Plan- und Dokumentenmanagementsystem zu Grunde. Zur Verbesserung der Informationsqualität wurden in die Kooperationsplattform modellbasierte Informationen integriert. Die hierfür eingesetzten Fachmodelle (das Gebäudemodell, das Ablaufsteuerungsmodell und das Leistungs- und Kostenmodell) wurden durch semantische Beziehungsobjekte miteinander verknüpft. Dadurch können Auswirkungen von Planungsänderungen auf andere Fachinformationen gewerkeübergreifend dargestellt werden.

⁸ Internetportal des Verbundprojekts „Gewerkeübergreifende Planung und Koordinierung von Bauplanungsprozessen in Computernetzwerken zur Kostenreduktion auf der Basis eines dynamischen Workflowmanagements“; www.baukom-online.de (letzter Zugriff 15.04.06)

Das im Projekt entwickelte Workflow-Framework bietet Möglichkeiten zur Modellierung, Ausführung, Überwachung und Analyse der Bauprozesse. Räumliche Beziehungen werden durch ein grafisches Werkzeug modelliert. Weitere Beziehungen werden durch bauspezifische Informationsobjekte, wie z. B. Gewerke, Kostengruppen und Arbeitspakete gebildet. Damit ist es möglich, sowohl dokumentenbasierte, als auch modellbasierte Informationen über alle Projektphasen strukturiert vorzuhalten.

Im Gegensatz zu dem hauptsächlich projektzentrierten Lösungsansatz der zuvor beschriebenen Forschungsprojekte wurde in dem Projekt **Intelligent Services & Tools for Concurrent Engineering - ISTforCE**⁹ (siehe Katranuschkov et al. 2002b) ein nutzerzentrierter Ansatz gewählt. Ziel war die Entwicklung und prototypische Implementierung einer Arbeitsplattform zur Unterstützung von Planungsaktivitäten im Bereich des Bauwesens. Die Arbeitsplattform sollte leicht konfigurierbar und mit Werkzeugen zur Durchführung von Aktivitäten des Concurrent Engineering ausgestattet sein, um die Zusammenarbeit mehrerer Projektteilnehmer aus verschiedenen Virtuellen Unternehmen mit unterschiedlichen Fachapplikationen zu unterstützen.

In die im Projekt entwickelte Arbeitsplattform können die verschiedenen Server der Kooperationspartner durch eine Plug-In-Technik eingebunden werden, wodurch sich der individuelle Aufwand der Nutzer für die Konfiguration von Schnittstellen und Services drastisch verringert. Die gemeinsame, durchgängige Bearbeitung von Projektdaten wird durch den IFC-Standard gefördert. Durch das im Rahmen des Projektes entwickelte *Personal Planning System* erhält der Nutzer die Möglichkeit Planungsprozesse projektübergreifend zu verwalten und zu koordinieren.

Auf die Anforderungen an eine flexible Anpassung von IT-Infrastrukturen an sich ändernde Projektrandbedingungen wurde auch in dem **ICCI**¹⁰-Projekt eingegangen. Das Hauptziel der im dem Projekt entwickelten *Process Matrix* war die Definition von Beziehungen zwischen den IuK-Standards für Metadaten, der Kommunikation und dem Datenaustausch in Bauprozessen (siehe Katranuschkov et al. 2002a). Die formale Präsentation der *Prozess Matrix* erfolgt über die in Abbildung 2.3 dargestellte Tabelle, die alle gespeicherten Informationen über die Bauprozesse in einer Zeile vereinigt.

Die allgemeine Struktur der Matrix kann wahlweise durch die Einbindung von zwei weiteren Tabellen erweitert werden. Das *Information Requirements Model* beschreibt die Daten, die in einem Prozess ausgetauscht werden. Diese Informationen dienen als Grundlage, um die Anforderungen an eine Software oder ein Werkzeug zu beschreiben, welches einen Bauprozess unterstützen soll. Das *Communication Requirements Model* definiert die technischen Aspekte der Kommunikation zwischen den Akteuren in einem Bauprozess. Dabei handelt es sich um Kommunikationsprozesse (z.B. Client/Server), das Netzwerkprotokoll (z.B. FTP, HTTP und SOAP) und das Austauschformat (z.B. XML und HTML).

⁹ <http://cib.bau.tu-dresden.de/projects/istforce> (letzter Zugriff 15.04.06)

¹⁰ Innovation co-ordination, transfer and deployment through networked Co-operation in the Construction Industry; <http://cic.vtt.fi/projects/icci/public.html> (letzter Zugriff 15.04.06)

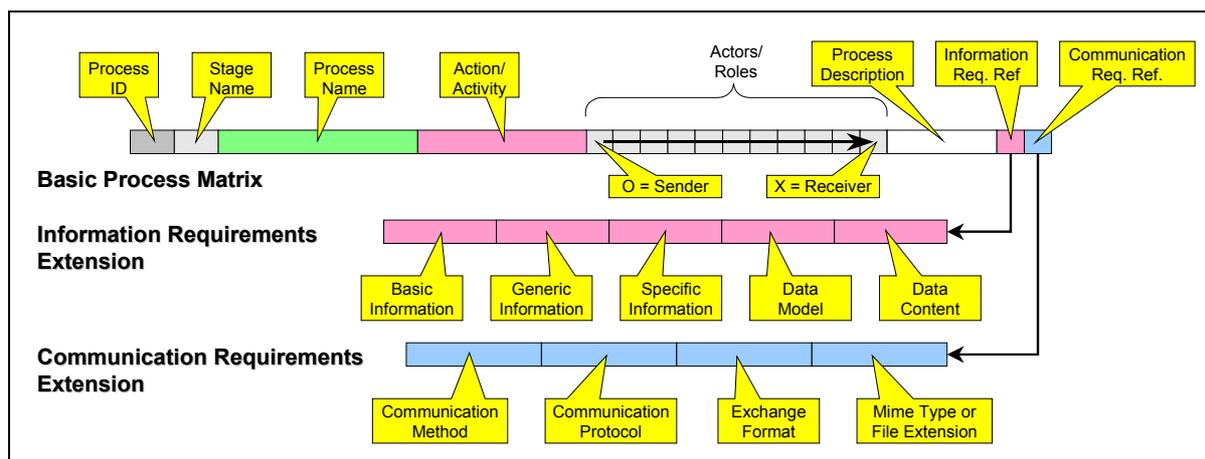


Abbildung 2.3: Aufbau der ICCI Process Matrix (Keller et al. 2004)

Eine Bündelung vielfältiger Forschungsaktivitäten im Bereich der kooperativen computergestützten Projektrealisierung im Bauwesen erfolgt in dem **DFG-Schwerpunktprogramm 1103¹¹** „Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau“. Die Schwerpunktziele des Programms lassen sich wie folgt zusammenfassen (Meißner und Rüppel 2003):

- Neugestaltung der Planungsprozesse in einer verteilten Rechnerumgebung,
- Neukonzeption der Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten,
- Integration und Verwaltung der Fachsoftware und der Fachmodelle,
- fachgerechte Verarbeitung von Normen, technischen Regelwerken und Vorschriften im Verbund.

Arbeitsteilig leisten die unterschiedlichen Forschungsprojekte mit methodischen und informationstechnologischen Lösungsansätzen einen Beitrag zur Realisierung der Schwerpunktziele. Hierzu wurden die Forschungsarbeiten in vier Arbeitsgruppen mit thematisch verwandten Zielen gegliedert, diese sind: verteilte Produktmodellierung, Nutzung von Agentensystemen, verteilte Simulation in Netzen und netzwerkgerechte Prozessmodellierung im Bauwesen. Letztere Arbeitsgruppe beschäftigt sich überwiegend mit der Abbildung von sequentiellen, iterativen und nebenläufigen Arbeitsvorgänge in Bauprojekten mittels Petri-Netzen (z. B. König 2004 und Greb 2005).

In dem Forschungsprojekt **IuK – System Bau¹²** (siehe Menzel et al. 2004) wurde die Nutzung von mobilen Endgeräten zur Datenerfassung und -manipulation auf der Baustelle untersucht. Ziel war die Entwicklung einer Methodik für die durchgängige, mobile Informationsverarbeitung in kleinen und mittleren Bauunternehmungen. Um diese Durchgängigkeit zu erreichen, wurden die bestehenden Geschäftsprozesse, wie beispielsweise das Mängelmanagement, reorganisiert und allgemeingültige Spezifikationen zum Daten- und Informationsaustausch entwickelt. Die Umsetzung erfolgte

¹¹ www.dfg-spp1103.de (letzter Zugriff 15.04.06)

¹² <http://cib.bau.tu-dresden.de/projects/iuk> (letzter Zugriff 15.04.06)

durch die Entwicklung von Systemen zur mobilen Datenakquisition und zur Datenkonsolidierung sowie von Algorithmen zum Aggregieren und Filtern der Projektdaten.

Während in den zuvor beschriebenen Projekten hauptsächlich der Einsatz von IT zur Unterstützung der Kooperation in den Vordergrund gestellt wurde, ist das **Hamburger Baumodell**¹³ - **kostensparendes Bauen durch Kooperation von Handwerk und Planern** - ein Beispiel für mögliche Veränderungen in der Organisationsstruktur von Bauprojekten. Dieses Projekt hatte zum Ziel, durch vernetzte Kooperation sowohl Kosten sparendes Bauen zu ermöglichen als auch mittelständischen Betrieben der Baubranche und Planungsbüros hierfür das erforderliche Know-how bereitzustellen. Das Hamburger Baumodell versucht die strikte Trennung von Planungs- und Ausführungsprozess zu vermeiden, um Kommunikationsprobleme und Schnittstellen zwischen den Beteiligten zu verringern. Etwa zehn Handwerksbetriebe und ein Planungsbüro schließen sich zeitweilig zu einem virtuellen Bauteam zusammen, um einen gewerke- und branchenübergreifenden Service aus einer Hand anbieten zu können. Zur Verbesserung der Kommunikation und Kooperation wurde eine internetbasierte Planungsplattform zum schnellen und reibungslosen Austausch von Informationen und Plänen installiert.

Einen branchenübergreifenden Überblick über europäische Forschungsprojekte im Bereich Virtueller Unternehmen (VU) wird durch das Projekt **Virtual Organisations Cluster - VOSTER**¹⁴ (siehe Camarinha-Matos et al. 2005) gegeben. In dem Projekt erfolgte die Definition eines umfassenden Bildes zum Thema Virtuelle Unternehmen. Hierfür wurden Konzepte, Modelle, Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung des Lebenszyklus von Virtuellen Unternehmen konsolidiert und evaluiert. D. h. in einem Bewertungsmodell wurden für verschiedene VU-Typen ihre Charakteristiken und Indikatoren sowie ihre Beziehungen gegenübergestellt. Weiterhin erfolgte die Bewertung des Potenzials bestimmter IT-Infrastrukturen zur Unterstützung von Virtuellen Unternehmen. Als Ergebnis der Evaluation entstanden Empfehlungen zur Einführung von VU-Modellen in der Praxis, die Identifizierung relevanter Informations- und Kommunikationstechnologien sowie zugehöriger Standards zur Sicherstellung der Interoperabilität von Informations- und Managementsystemen.

2.3. Bewertung der Lösungsansätze

Die vorgestellten Forschungsprojekte beschäftigen sich hauptsächlich mit der Unterstützung der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit in Bauprojekten. Sie haben aber jeweils andere Schwerpunkte und unterschiedliche Lösungsansätze. So wurden im VOSTER Projekt eine Reihe von Zielen und Ansätzen zur Modellierung virtueller Unternehmensverbände untersucht; mit dem Ergebnis, dass kein allgemeingültiger Modellierungsansatz existiert. Vorhandene Referenzmodelle betrachten in der Regel

¹³ www.bauwerkstatt.net und www.hamburger-modell.de (letzter Zugriff 15.04.06)

¹⁴ <http://cic.vtt.fi/projects/voster/public.html> (letzter Zugriff 15.04.06)

nur eine spezifische Phase Virtueller Unternehmen und haben entweder organisatorische, technische oder branchenspezifische Aspekt der Zusammenarbeit im Fokus. So wurden z. B. im Hamburger Baumodell hauptsächlich organisatorische Aspekte Virtueller Unternehmen betrachtet und mögliche Potentiale aufgezeigt. Eine detaillierte Analyse der notwendigen IT-Infrastruktur erfolgte jedoch nicht.

Im Projekt iCSS hingegen wird neben der Integration der Planungsdaten insbesondere auf den Aspekt eingegangen, dass die Projektbeteiligten häufig in mehreren Projekten parallel arbeiten. Ziel war die bessere Organisation unternehmensinterner Aufgaben sowie der Schutz des internen Prozesswissens. Eine durchgängige Informationsverarbeitung durch die flexible Integration unterschiedlicher Anwendungsprogramme findet aber nur bedingt statt.

Auf diesen Aspekt wurde wiederum in dem Projekt ISTforCE eingegangen. Durch die entwickelte Plug-In-Technik besteht die technische Möglichkeit verschiedene Services miteinander zu verknüpfen. In beiden Projekten findet jedoch der Einsatz von Methoden der Geschäftsprozessmodellierung zur formalen Abbildung des unternehmensübergreifenden Prozessmanagements wenig Berücksichtigung. Auch auf die Wiederverwendung und Anpassung vorhandener Prozessabläufe wird in den Projekten nicht eingegangen.

Methoden der Geschäftsprozessmodellierung wurden im Projekt IuK eingesetzt, um die Informationsaustauschprozesse zwischen Baustelle und Büro abzubilden. Die dabei entwickelten Modelle und Anwendungsprogramme bieten eine detaillierte Referenzbeschreibung für charakteristische, unternehmensübergreifende Prozesse in Bauprojekten.

Auch im DFG-Schwerpunktprogramm 1103 wurde die Abbildung und Simulation von Prozessen (hauptsächlich Bauplanungsprozesse) untersucht. Dabei wurden insbesondere mathematische Grundlagen für die Modellierung von Bauabläufen mit Hilfe hierarchischer Petri-Netze entwickelt, wodurch die Konsistenz und Korrektheit der komplexen Prozessmodelle überprüft werden kann.

Die im ICCI Projekt entwickelte Process Matrix definiert zum einen die Anforderungen an die IT-Infrastruktur für den Austausch von Informationen in Bauprojekten, zum anderen wurden über 250 charakteristische Bauprozesse definiert. Damit wurde ein erster Ansatz zur Beschreibung der informationstechnischen Anforderungen an Bauprozesse realisiert und es steht ein umfassender Katalog an Referenzprozessen zur Verfügung.

Aus dem Projekt BauKom-Online ist für diese Arbeit insbesondere die Gliederung eines Bauprojektes in Leistungs- und Daten- und Funktionssicht anhand branchenspezifischer Fachmodelle von Interesse. Das entwickelte Gesamtmodell dient dabei hauptsächlich der Klassifizierung von Kosteninformationen nach unterschiedlichen Gesichtspunkten. Eine Verknüpfung mit Geschäftsprozessmodellen wurde aber nur ansatzweise realisiert.

Die vorgestellten Projekte geben einen guten Überblick über die Möglichkeiten der Zusammenarbeit in Bauprojekten, insbesondere, wie diese durch geeignete Informationstechnologie unterstützt werden kann. Eine durchgängige Informationsverarbeitung durch die unternehmensübergreifende Integration heterogener IT-Systeme auf Basis wiederverwendbarer Geschäftsprozessmodelle wird aber in keinem Projekt realisiert. Hierfür soll in der vorliegenden Arbeit ein Beitrag geleistet werden.

3. Grundlagen kooperativer Zusammenarbeit

In diesem Kapitel werden organisatorische, methodische und informationstechnische Grundlagen der kooperativen Zusammenarbeit branchenunabhängig diskutiert. Es werden zunächst Formen der Unternehmenskooperation vorgestellt und am Beispiel Virtueller Unternehmen genauer betrachtet. Anschließend erfolgt die Einführung in die Geschäftsprozessmodellierung und die Beschreibung gängiger Methoden, Anwendungssysteme und Austauschstandards. Abschließend werden Bereiche des Wissensmanagements und der Referenzmodellierung beschrieben und einige Ansätze näher diskutiert.

3.1. Formen der Unternehmenskooperation

Unternehmenszusammenschlüsse werden in Theorie und Praxis schon längst als keine besondere Neuerung mehr angesehen. Hierdurch können Unternehmensziele meist schneller, effizienter, wirkungsvoller und risikoärmer in einer gemeinsamen Zusammenarbeit realisiert werden (Schmoll 2001). So ist die „grenzenlose Unternehmung“ (Picot et al. 2001) bereits seit einigen Jahren Gegenstand der wissenschaftlichen Diskussion. Die gemeinsame Erstellung von Produkten und Dienstleistungen hat sich im Bewusstsein vieler Wirtschaftsunternehmen als erfolgskritischer Faktor etabliert. Diese Veränderungen werden größtenteils durch die Dynamisierung der globalen Wirtschaftssysteme sowie der Informations- und Kommunikationstechnologien getragen (vgl. Scheer 2001, Picot et al. 2001 und Mertens et al. 1998).

Nach Wöhe (1996) entstehen Unternehmenszusammenschlüsse durch die Verbindung von bisher rechtlich und wirtschaftlich selbstständigen Unternehmen zu größeren Wirtschaftseinheiten, ohne dass dadurch die rechtliche Selbstständigkeit und die Autonomie der einzelnen Unternehmen im Bereich wirtschaftlicher Entscheidung aufgehoben werden. Erfolgt der Zusammenschluss auf freiwilliger Basis und in relativ loser Form durch Bildung von Gelegenheitsgesellschaften zur Durchführung eines oder einer vertraglichen begrenzten Anzahl von Projekten (z. B. Arbeitsgemeinschaften im Baugewerbe), so fasst man derartige unternehmerische Funktionsgemeinschaften nach der Art ihres Zustandekommens und ihres Handelns unter dem Oberbegriff „Kooperation“ zusammen.

Als Gründe für eine erforderliche Neuorientierung der Unternehmungen werden globale, gesellschaftliche, wirtschaftliche und technologische Entwicklungen, sowie sich daraus ergebende Veränderungen von Märkten, Organisationen und Arbeitswelten

angeführt. Ausgangspunkt und Motivation für eine Veränderung von Organisationsstrukturen ist die Abkehr von einem kausalanalytischen Denken. Aus diesem Denkansatz resultiert das Konzept der „Wissenschaftlichen Betriebsführung“ von Taylor (1913), das eine objektiv optimale Gestaltung der Organisationsstrukturen und Prozesse zum Ziel hat¹⁵.

Hauptantrieb für die Bildung von Kooperationen ist es, den Aktionsradius eines Unternehmens zu erweitern sowie die Markterschließung und Geschäftsabwicklung zu beschleunigen. Kooperationen zwischen Unternehmen werden somit zunehmend zum strategischen Erfolgsfaktor, zumal heute selbst kleine und mittlere Unternehmen vielfach gezwungen sind, auf weiten Teilen des Weltmarkts präsent zu sein (Scheer et al. 2006). Als Konsequenz ist eine steigende Anzahl von Unternehmenszusammenschlüssen zu beobachten.

Ein erhöhter Innovationsdruck entsteht dabei sowohl in vertikalen Interaktionsbeziehungen, wie z. B. bei der Supply Chain, als auch bei der horizontalen Leistungserstellung komplementärer Kernkompetenzträger in Unternehmensnetzwerken. Dabei werden Geschäftsprozesse unternehmensübergreifend verknüpft und zwischenbetriebliche Güter- und Dienstleistungs-, Informations- und Geldmittelströme eng koordiniert zwischen den Akteuren der kooperativen Szenarien ausgetauscht (Vanderhaeghen et al. 2005). Die vielgestaltigen Prozesse sowie die von den verteilt arbeitenden Partnern erstellten Informationen können dadurch nicht mehr wie bisher getrennt nebeneinander betrachtet werden, sondern bedürfen einer interagierenden Betrachtungsweise (Scheer et al. 2006).

Alle diese zumeist interdependenten Veränderungen beeinflussen in unterschiedlicher Weise auch die Bauindustrie. Gerade die Baubranche befindet sich derzeit in einem richtungweisenden Umbruch, der neben der Globalisierung der Dienstleistungsorganisationen zu einschneidenden Veränderungen der Arbeitsprozesse und der Wertschöpfungskette führt.

Aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht können verschiedene Kooperationsansätze von Unternehmen differenziert werden, wie z. B. Allianzen, Kartelle, Concurrent Engineering, Partnering und Virtuelle Unternehmen. Dabei ist insbesondere das Virtuelle Unternehmen ein viel versprechender Ansatz für die Bauindustrie, was auch durch die hohe Anzahl an Forschungsprojekten¹⁶ in diesem Bereich in den letzten Jahren bestätigt wird. Diese Form der Unternehmenskooperation wird im Folgenden detailliert vorgestellt. Anschließend werden drei weitere, für das Bauwesen interessante Kooperationsformen, beschrieben.

¹⁵ Taylor geht von der Vorstellung aus, dass durch sachkundige, psychologische und organisatorische Behandlung die Leistung von Menschen wie die einer Maschine gesteuert werden kann.

¹⁶ Eine Zusammenstellung von 30 Referenzprojekten auf dem Forschungsgebiet Virtuelle Unternehmen in der Europäischen Union erfolgte in dem Projekt VOSTER (siehe Kapitel 2.2). Von diesen Projekten hatten ca. 20 % die Baubranche als Anwendungsbeispiel.

3.1.1. Virtuelle Unternehmen

In der Literatur existieren eine Reihe von Definition¹⁷ für Virtuelle Unternehmen¹⁸. Mertens et al. (1998) definierten z. B. ein Virtuelles Unternehmen als „eine Kooperation rechtlich unabhängiger Unternehmen, Institutionen und/oder Einzelpersonen, die eine Leistung auf der Basis eines gemeinsamen Geschäftsverständnisses erbringen“. Die Partner in einem VU beteiligen sich an der Zusammenarbeit vorrangig mit ihren Kernkompetenzen und stellen sich nach außen als einheitliches Unternehmen dar. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen können sich hieraus Möglichkeiten zur Durchführung größerer Projekte eröffnen, indem notwendige Ressourcen, wie z. B. Fachingenieure, jeder Zeit und flexibel integriert werden können. Neben dem Auftreten als Projektmanager besteht für die Unternehmen auch die Möglichkeit Spezialwissen sowie nicht benötigte Ressourcen in andere Projekte zu integrieren. Ziel dabei ist es, eine kontinuierliche Auslastung der Unternehmensressourcen sicherzustellen.

Die Entstehung einer virtuellen Organisation stellt immer das Resultat der Auflösung unternehmensinterner und unternehmensübergreifender Grenzen dar, wobei in beiden Fällen der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie eine wichtige Rolle spielt. So bezeichnen Camarinha-Matos & Afsarmanesh (1999) den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechniken als wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung eines VU¹⁹.

Nach Picot (2001) ermöglicht und unterstützt der Einsatz von IuK die Initialisierung und Ausführung eines VU durch:

- die Überwindung regionaler oder nationaler Grenzen,
- leichtere kommunikative Einbindung Dritter,
- die Erweiterung von Kapazitätsgrenzen durch Einbeziehung Dritter,
- den weltweiten Zugriff auf Wissensträger und Wissensbestände und
- die Vernetzung von Prozessen und Personen.

Ziel ist es, mit Hilfe der IuK-Technologie einen Zeit- und Flexibilitätsgewinn gegenüber traditionellen Organisationen zu erzielen. Die in den Unternehmen vorhandenen Informationssysteme bleiben dabei nach wie vor eigenständige Systeme. Lediglich Teile daraus werden jeweils über standardisierte Schnittstellen zu einem Netzwerk verbunden.

¹⁷ Eine umfassende Übersicht unterschiedlicher Definitionen ist in (Garrecht 2002) zu finden.

¹⁸ Auf eine Abgrenzung des Virtuellen Unternehmens zur Virtuellen Organisation (VO) wird in dieser Arbeit verzichtet. Diese ist z. B. bei Camarinha-Matos & Afsarmanesh (1999) nachzulesen.

¹⁹ “A virtual enterprise is a temporary alliance of enterprises that come together to share skills or core competencies and resources in order to better respond to business opportunities, and whose cooperation is supported by computer networks.” (Camarinha-Matos & Afsarmanesh 1999)

Erst durch die Auflösung der inter- und intrasystemischen Grenzen hierarchischer Organisationsformen kann ein virtuelles Unternehmen gebildet werden. Dieser Zusammenhang ist in der Abbildung 3.1 dargestellt.

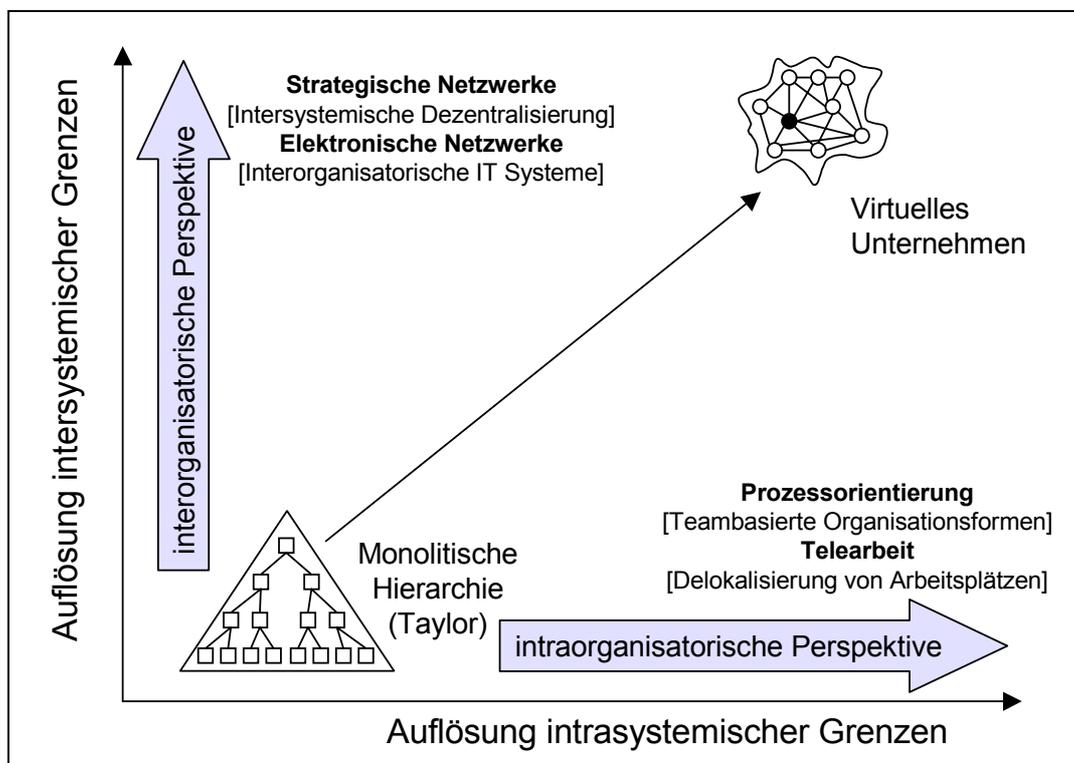


Abbildung 3.1: Auflösung inter- und intrasystemischer Grenzen in Virtuellen Unternehmen (Krystek et al. 1997)

Durch die Auflösung der intrasystemischen Grenzen werden hierarchische Organisationsstrukturen durch teambasierte Organisationsformen ersetzt. In so genannten Virtual Teams arbeiten mehrere Mitarbeiter eines Unternehmens zusammen, die für eine bestimmte Aufgabe oder Projekt mit starker informationstechnischer Unterstützung eine Arbeitsgruppe bilden (Garrecht 2002). Die Folge ist eine Delokalisierung der Arbeitsplätze.

In der interorganisatorischen Perspektive wiederum erfolgt die Aufweichung fester systemischer Grenzen zwischen den Unternehmen. Die wichtigste Form interorganisatorischer Beziehungen sind strategische Netzwerke (Müller C. 1999). Strategische Netzwerke sind Organisationsformen, die sich zur Koordination unspezifischer, aber stark veränderlicher Leistungen herausbilden. Sie bestehen aus rechtlich selbstständigen Unternehmen, die in engen, stark arbeitsteiligen Austauschbeziehungen gemeinsame Aufgabenstellungen bewältigen. Zumeist übernimmt ein so genanntes „Brokerunternehmen“ die übergreifende Koordinationsfunktion (Picot et al. 2001). Zur Abstimmung der Leistungsbeiträge der Netzwerkpartner kommen unternehmensübergreifende Informations- und Kommunikationssysteme zum Einsatz.

Lebenszyklus Virtueller Unternehmen

Virtuelle Unternehmen unterliegen einem Lebenszyklus, der sich, wie in Abbildung 3.2 dargestellt, in fünf Phasen²⁰ einteilen lässt. Diese sind:

- Identifikation der Geschäftsfelder: Auslösendes Moment für die Gründung eines VU ist die Entdeckung einer Marktchance oder der Erhalt eines Auftrags. Die für die Durchführung notwendigen zusätzlichen Kompetenzen werden aus einem Pool kooperationswilliger Unternehmen ausgewählt.
- Initialisierung: Durch die Definition der Kooperationsrandbedingungen kann das VU gegründet werden. Dabei werden die durchzuführenden Aufgaben sowie die Leistungsbeziehungen zwischen den beteiligten Unternehmen festgelegt. Darüber hinaus erfolgt die Abstimmung der gemeinsamen Informationsverwaltung wie Datenaustauschmechanismen, Zugriffsrechte und Schnittstellen.
- Operative Phase: Diese Phase deckt alle Aktivitäten ab, die mit der Erfüllung des gemeinsamen Ziels verbunden sind. Dieses beinhaltet unter anderem die Auftragsverwaltung und -abwicklung sowie die Informationsverarbeitung und die verteilte und dynamische Aufgabensteuerung.
- Evolution: Während der Operativen Phase eines VU kann es beispielsweise notwendig werden, dass neue Partner integriert oder bestehende Prozesse angepasst werden müssen.
- Auflösung: Ist das Ziel erreicht, löst sich das VU nach vereinbarten Auflösungsprozeduren wieder auf. Während der Kooperation entstandenes Wissen ist in geeigneter Weise abzulegen.

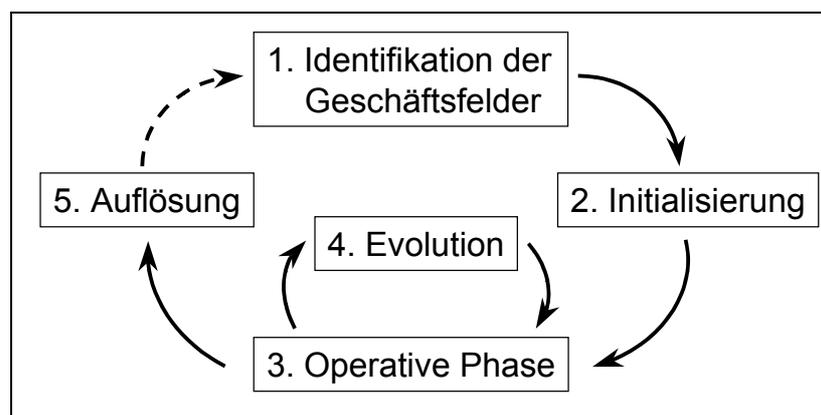


Abbildung 3.2: Phasen eines Virtuellen Unternehmens

Jede dieser Phasen kann mit geeigneten IuK-Komponenten unterstützt werden, wobei einige Komponenten auch phasenübergreifend Anwendung finden können. Zu letzteren zählen Mertens et al. (1998): Kommunikationssysteme, Dokumenten- und

²⁰ Manche Autoren definieren auch nur vier Lebenszyklus-Phasen, wie z. B. Mertens et al. (1998) und Camarinha-Matos & Afsarmanesh (1999).

Workflow-Managementsysteme. Wichtig ist es, den Übergang zwischen den Phasen durch geeignete Schnittstellen zu unterstützen, um Informationsverluste beim Phasenübergang zu vermeiden.

Aufgrund der Dynamik von Bauprojekten laufen die VU-Phasen jedoch nicht parallel zu dem Gesamtprojekt ab, sondern können mit jeder Lebenszyklusphase eines Bauwerks (siehe Kapitel 4.2) von neuem beginnen. Während sich in der Planungsphase zum Beispiel mehrere Ingenieurbüros zu einem VU zusammenschließen, können in der Ausführungsphase mehrere Bauunternehmen ein VU bilden.

Differenzierungskriterien Virtueller Unternehmen

Virtuelle Unternehmen können sehr unterschiedliche Ausprägungen haben. Nach Camarinha-Matos & Afsarmanesh (1999) lassen sich diese differenzieren bezüglich:

- Dauer: Unterscheidung zwischen kurzen Projektkooperationen und langfristigen Allianzen.
- Dynamik: Bei variablen bzw. dynamischen Netzwerken können Partner sich je nach Bedarf an dem VU beteiligen oder diese wieder verlassen. Demgegenüber müssen bei festen Strukturen sämtliche Partner bereits zu Beginn des Projektes festgelegt werden.
- Teilnahme: Unterscheidung in Einzel-Allianzen, in denen Unternehmen nur an einem VU teilnehmen dürfen, und in Mehrfach-Allianzen, in denen Unternehmen sich an mehreren VU gleichzeitig beteiligen dürfen.
- Informationstiefe: Die Informationstiefe gibt Aufschluss darüber, welchen Einblick die Teilnehmer eines Virtuellen Unternehmens in den Gesamtprozess haben.
- Topologie: Bei der Topologie kann zwischen Supply-Chain, Stern-Strukturen und Peer to Peer unterschieden werden (Erläuterung der Topologien siehe unten).

IT-Infrastruktur Virtueller Unternehmen

Durch die große Abhängigkeit eines VU von der eingesetzten IuK-Technologie, werden hohe Anforderungen an diese gestellt. Dazu zählen Keller & Scherer (2003):

- Unterstützung der synchronen als auch asynchronen Projektbearbeitung,
- Redundanzfreier Zugriff auf Projektinformationen,
- Differenzierter Informationsbedarf in Abhängigkeit von der Rolle in einem VU und
- Unterstützung der VU-internen Kommunikation.

Durch die Nutzung einer geeigneten und allgemein zugänglichen IT-Infrastruktur über das Internet können neue Partner ohne großen Aufwand in ein Projekt aufgenommen werden, indem diesen Zugriffe auf alle notwendigen Projektinformationen gegeben wird. Mit der Bereitstellung passender IT-Werkzeuge für das Projektmanagement,

Datenmanagement, Vertragsmanagement usw. wird eine effektive Projektbearbeitung gewährleistet.

Aus Sicht der Mitglieder eines Virtuellen Unternehmens besteht die Hauptaufgabe der IT-Werkzeuge in der Unterstützung der Kommunikation. Dieses beinhaltet sowohl die Kommunikation zwischen den Nutzern als auch die Interaktion der Nutzer mit den Projektservern (z. B. der Zugriff über Clients auf ein Dokumentenmanagementsystem). Ausgangsbasis für die Entwicklung einer geeigneten Softwareumgebung ist eine Untersuchung der Anforderungen an den Informationsaustausch innerhalb der Phasen eines VU.

Topologien Virtueller Unternehmen

In der aktuellen Forschung werden Netzwerk-Topologien als neuartige Management- und Organisationsformen betrachtet. Dabei werden verschiedene Ansätze der Netzwerkkoordination für Unternehmenskooperationen unterschieden. Diese sind:

- In der Supply Chain interagieren die beteiligten Unternehmen hauptsächlich sequenziell. Beziehungen bestehen zumeist nur zu den direkten Partnern in der Wertschöpfungskette.
- In der Stern-Struktur übernimmt ein Unternehmen die Führungsrolle innerhalb der Projektorganisation. Planungs- und Steuerungsaufgaben werden hauptsächlich von diesem Unternehmen erbracht.
- Bei einer Peer-to-Peer-Kooperation werden bilaterale Beziehungen zwischen den jeweiligen Kooperationspartnern aufgebaut, ohne dass es eine führende Instanz gibt.

3.1.2. Weitere Organisationskonzepte

Allianzen sind Interessengemeinschaften, an denen beliebig viele Partner beteiligt sind. Grundlage dieser Kooperation sind Vereinbarungen, in denen sich die Partner dazu verpflichten, Ressourcen gemeinsam zu nutzen oder gemeinsam zu erbringen, z. B. Vielfliegerprogramme in Luftfahrt-Allianzen. Zielsetzung ist es, die Wettbewerbsposition aller an der Allianz beteiligten Partner zu stärken. Allianzen sind meist horizontale Kooperationen, also Zusammenarbeiten zwischen Unternehmen der gleichen Branche und Wertschöpfungsstufe.

Arbeitsgemeinschaften (ARGE) sind Gelegenheitsgesellschaften, bei denen die Partner sich zwecks Durchführung einer genau abgegrenzten Aufgabe, meist innerhalb eines Projekts, zusammenschließen. Nach Erfüllung der Aufgaben lösen sich die Arbeitsgemeinschaften wieder auf. Eine ARGE kann von Unternehmen mit gleicher Ausrichtung gebildet werden („horizontale“ ARGE), um größere Projekte, wie z.B. im Tunnelbau, abwickeln zu können. Es können sich aber auch Unternehmen mit unterschiedlichen Leistungsspektren zu einer ARGE zusammenschließen („vertikale“ ARGE), um komplexere Projekte umzusetzen. Die ARGE hat keine eigene

Rechtspersönlichkeit, sondern ist eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR) im Sinne des §705 BGB. Nach außen tritt eine ARGE wie ein einzelnes Unternehmen auf, welches Kooperationen mit anderen Unternehmen eingehen kann (z. B. mit weiteren Nachunternehmern).

Herausragendes Merkmal eines **Joint Ventures**, auch Gemeinschaftsunternehmen genannt, ist die Gründung eines neuen Unternehmens, das von zwei oder mehreren rechtlich und wirtschaftlich voneinander unabhängigen Unternehmen, den Gesellschaftern, getragen wird. Häufig werden diese Unternehmen zur Lösung technologisch hoch-komplexer Aufgaben gegründet, die von einzelnen Unternehmen nicht zu bewältigen sind, so z. B. Toll Collect (Joint Venture der Deutschen Telekom, DaimlerChrysler und der französischen Cofiroute).

3.2. Geschäftsprozess- und Workflow-Management

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits andiskutiert, setzt eine erfolgreiche unternehmensübergreifende Zusammenarbeit eine effiziente und umfassende Unterstützung der Kommunikation, Koordination und Kooperation voraus. Die hierfür traditionell vorhandenen Hilfsmittel wie Telefon, Fax und E-Mail werden den gestellten Anforderungen dabei nur unzureichend gerecht, da Informationen verloren gehen können oder falsch interpretiert werden. Es bietet sich daher der Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen für die Übertragung, Bearbeitung und Speicherung kooperationsrelevanter Informationen an.

Die Einführung neuer Informationstechnologie in Unternehmen beschränkt sich zumeist nicht nur auf den Kauf und Konfiguration entsprechender Geräte und Software; vielmehr ist sie mit einer organisatorischen oder technischen Umgestaltung der vorhandenen Geschäftsprozesse in den Unternehmen verbunden. D. h. die Aufgaben, die mit Hilfe neuer Informationstechnologie unterstützt werden sollen, müssen entsprechend angepasst werden. Hierfür ist es zunächst notwendig, die existierenden Geschäftsprozesse zu analysieren, um sie anschließend an die Funktionen der neuen Systeme anpassen zu können. Dieses Vorgehen kann durch Methoden und Werkzeuge des Geschäftsprozess- und Workflow-Managements unterstützt werden. Diese sind ein Bestandteil der Gruppenarbeit.

3.2.1. Einordnung in die Gruppenarbeit (CSCW)

Das interdisziplinäre Forschungsgebiet Computer Supported Collaborative Work (CSCW) beschäftigt sich mit der Entwicklung und dem Einsatz von speziellen Softwareapplikationen zur Unterstützung der Zusammenarbeit von Gruppen. Es verbindet die Fragestellungen nach den Mechanismen und Prozessen menschlicher Kooperation mit denen ihrer elektronischen Unterstützung, wobei vor allem die Wechselwirkungen zwischen beiden Bereichen betrachtet werden.

Die im CSCW entwickelten Applikationen werden auch als Groupware-Systeme bezeichnet. Ein Großteil der hierunter klassifizierten Systeme ermöglichen den räumlich und/oder zeitlich getrennten Teilnehmern einer Gruppe, einen Arbeitskontext zu definieren und gleiches Material (z. B. einen Text) zu bearbeiten (Voß & Gutenschwager 2001). Das Groupware-Konzept dient somit der Unterstützung der Zusammenarbeit durch die Automatisierung von bestimmten Aufgaben und der Erhöhung der Effizienz.

Die Klassifikationsmerkmale von Groupware betreffen zum einen die Form der Interaktion in zeitlicher und räumlicher Dimension; so kann die Gruppenarbeit gleichzeitig am selben oder verschiedenen Orten stattfinden bzw. zu verschiedenen Zeiten erfolgen. Zum anderen können Groupware-Systeme nach ihren Schwerpunkten zur Unterstützung der Gruppenarbeit unterschieden werden. Diese sind nach Teufel & Sauter (1995):

- Kommunikation als Verständigung mehrerer Personen untereinander,
- Koordination zu Abstimmung aufgabenbezogener Tätigkeiten und
- Kooperation zur Entwicklung eines gemeinsamen Zielverständnisses.

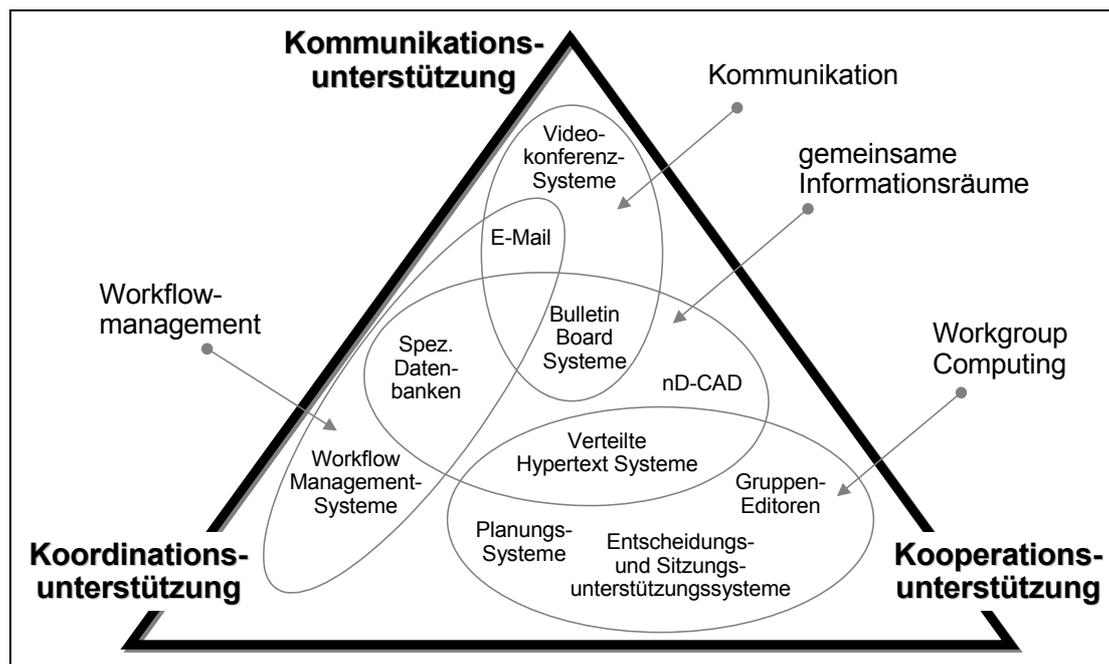


Abbildung 3.3: Klassifikation von Groupware-Systemen (Teufel & Sauter 1995)

In der Abbildung 3.3 sind die Unterstützungsarten dargestellt und die entsprechenden Groupware-Systeme eingeordnet. Aus der Zusammenfassung der verschiedenen Groupware-Systeme lassen sich nach Teufel & Sauter (1995) vier Systemklassen gemäß ihrer Informationsorientierung ableiten:

- Systemklasse „Kommunikation“: Die Systeme dieser Klasse unterstützen den expliziten Informationsaustausch zwischen verschiedenen Kommunikationspartner. Dabei wird in erster Linie die Raum/Zeit-Differenz überbrückt.

- Systemklasse „gemeinsame Informationsräume“: Diese Klasse stellt gemeinsame Informationsräume für eine Gruppe zur Verfügung, in denen Informationen längere Zeit in geeigneter Form und mit Hilfe geeigneter Zugriffsmechanismen gespeichert werden. Der Informationsaustausch ist implizit.
- Systemklasse „Workflow-Management“: Diese Klasse umfasst alle Systeme, welche die Modellierung, die Simulation sowie die Ausführung und Steuerung von Workflows unterstützen. Dazu werden auch Techniken aus dem Bereich E-Mail-Systeme und spezieller Datenbanken eingesetzt.
- Systemklasse „Workgroup Computing“: Systeme dieser Klasse unterstützen die Kooperation von Personen, die in Teams arbeiten und Aufgaben mit mittleren bis geringen Strukturierungsgraden und Wiederholungsfrequenzen zu lösen haben.

Nachfolgend wird auf die Methoden und Anwendungen der Systemklasse Workflow-Management bzw. Geschäftsprozessmanagement näher eingegangen.

3.2.2. Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements

Das Geschäftsprozess- bzw. Workflow-Management ist ein komplexer Aufgabebereich und umfasst unterschiedliche Disziplinen der Betriebswirtschaft, Informatik und Mathematik. Die Vielzahl der Methoden und Softwaresysteme macht es schwierig die grundlegenden Konzepte zu identifizieren. Deshalb sollen im Folgenden die Ziele und einige für diese Arbeit wichtige Begriffe und Methoden definiert werden.

Ziele

Das Geschäftsprozess- und Workflow-Management befasst sich mit allen Aufgaben, die bei der Analyse, der Modellierung, der Simulation, der Reorganisation sowie bei der Ausführung und Steuerung betriebswirtschaftlicher Aufgaben benötigt werden (Müller J. 2005). Durch dessen Anwendung werden einerseits die Durchlaufzeiten reduziert, und andererseits revisionssicherere Abläufe erzeugt, die die Konsistenz und Aktualität von Informationen sicherstellen. Nach Müller J. (2005) ergeben sich die wesentlichen Vorteile des Geschäftsprozess- und Workflow-Management hauptsächlich aus:

- Beschleunigung der Durchlaufzeiten,
- Verbesserung der Kommunikation,
- Transparenz komplexer Vorgänge,
- Steigerung der Effizienz und Bearbeitungsqualität,
- Vermeidung von Medienbrüchen,
- Integration von Anwendungsinselfn und
- besseren Kontrollmöglichkeiten von Zeit und Kosten.

Geschäftsprozess vs. Workflow

Die beiden Begriffe Geschäftsprozess und Workflow liegen sehr eng zusammen. Am einfachsten können die Begriffe durch die Sichtweise unterschieden werden. Der Geschäftsprozess wird aus der Unternehmenssicht dargestellt und beschreibt die Kernprozesse und deren Hilfsprozesse in der Wertschöpfungskette eines Unternehmens. Aus technischer Sicht unterstützt der Workflow einen Geschäftsprozess komplett oder in Teilen durch die Verarbeitung der Informationen und durch eine Automatisierung des Geschäftsprozesses. Während also bei dem Geschäftsprozess die Wirtschaftlichkeit und die Dokumentation im Vordergrund stehen, ist es bei dem Workflow die technische Realisierung (Müller J. 2005). Gadatsch (2003) unterscheidet hier auch zwischen der fachlich-konzeptionellen Ebene (Geschäftsprozess) und der operativen Ebene (Workflow).

In der Literatur sind eine Reihe von Definitionen des Begriffs „Geschäftsprozess“ zu finden. Hammer & Champy (1996) definieren beispielsweise einen Geschäftsprozess als ein Bündel von Aktivitäten, für das ein oder mehrere unterschiedliche Eingangswerte benötigt werden und das für den Kunden ein Ergebnis erzeugt.

Eine etwas umfangreichere und dieser Arbeit zu Grunde liegende Definition wurde hauptsächlich von Gadatsch (2003) übernommen: Ein Geschäftsprozess ist eine zielgerichtete, zeitlich-logische Abfolge von Funktionen, die arbeitsteilig von mehreren Organisationen oder Organisationseinheiten unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien ausgeführt werden können. Unter Funktionen werden einzelne Aufgaben und Tätigkeiten verstanden, die wiederum über die auslösenden bzw. von ihnen erzeugten Ereignisse verknüpft sind. Ein Geschäftsprozess dient der Erstellung von Leistungen entsprechend den vorgegebenen, aus der Unternehmensstrategie abgeleiteten Prozesszielen. Damit sind sie Teil der Wertschöpfung eines Unternehmens. Ein Geschäftsprozess kann formal auf unterschiedlichen Detaillierungsebenen und aus mehreren Sichten beschrieben werden.

Wie bereits erwähnt, wird ein Geschäftsprozess operativ durch einen Workflow unterstützt. Der Geschäftsprozess kann durch einen Workflow in seiner Gesamtheit oder auch nur in Teilen unterstützt werden. D. h. die in einem Geschäftsprozess modellierten Aktivitäten müssen nicht zwangsläufig in einem Workflow Management System (WfMS) umgesetzt werden, sondern können auch organisatorisch, mit nur vereinzelt eingesetzten Anwendungsprogrammen unterstützt werden (Müller J. 2005). Beim Workflow sind die einzelnen Arbeitsschritte soweit detailliert, dass sie von einem Anwendungssystem oder einem Mitarbeiter durchgeführt werden können.

Die Workflow Management Coalition²¹ (WFMC 1995) unterscheidet vier grundlegende Typen von Workflows:

²¹ Das Ziel der Workflow Management Coalition ist: die Spezifikation von Workflow Management Systeme, die Reduzierung von Risiken bei der Anwendung von Workflows und die interdisziplinäre Nutzung von Aktivitäten, Prozesse und ganzen Workflows, unabhängig von Hard- und Software.

- Der Ad-hoc Workflow unterstützt einmalige oder stark variierende Prozesse, die wenig strukturiert und nicht vorhersehbar sind.
- Der Collaborative Workflow unterstützt die gemeinsame Erarbeitung eines Ergebnisses.
- Der Administrative Workflow unterstützt strukturierte Routineabläufe, die nicht strategisch, selten zeitkritisch und von geringem Geldwert sind.
- Der Production Workflow unterstützt fest strukturierte und vordefinierbare Vorgänge, die zumeist zeitkritisch und von strategischer Bedeutung sind.

3.2.3. Workflow Life-Cycle-Modell

Phasen- bzw. Life-Cycle-Modelle werden zur Strukturierung komplexer Entwicklungsvorhaben eingesetzt (z. B. beim Software-Engineering oder in Bauprojekten) und werden auch im Rahmen der Prozessmodellierung vorgeschlagen (vgl. Gadatsch 2003). Dabei lassen sich ein- und zweistufige Modellansätze unterscheiden. Bei der einstufigen Vorgehensweise wird das Workflow-Modell direkt entwickelt und nicht aus einem zuvor entworfenen Geschäftsprozess abgeleitet. Das zweistufige Workflow Life-Cycle-Modell von Gadatsch (2003) ist in der Abbildung 3.4 dargestellt.

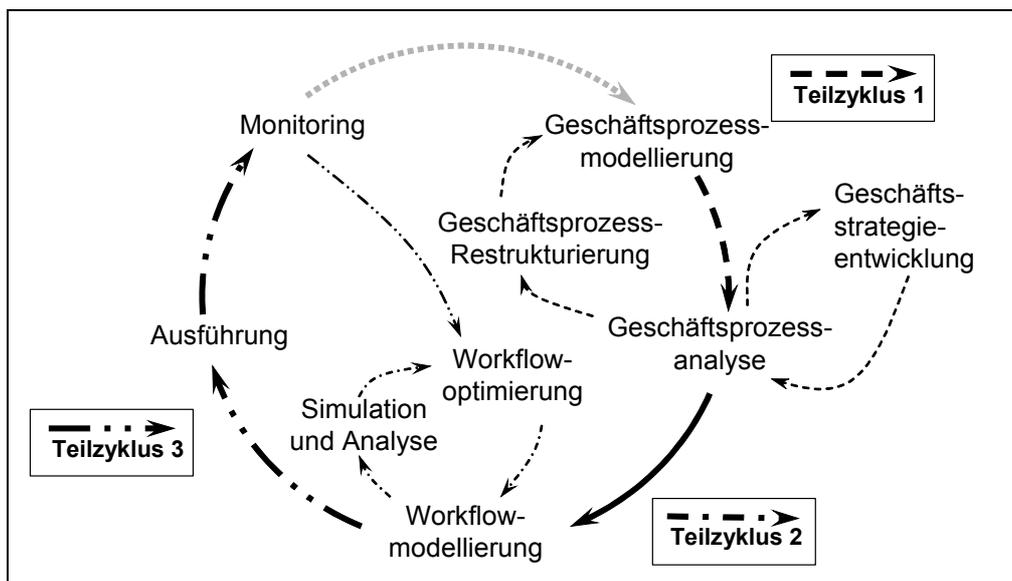


Abbildung 3.4: Workflow Life-Cycle-Modell (Gadatsch 2003)

Dieses Life-Cycle-Modell besteht aus drei ineinander greifenden Teilzyklen. Zum Teilzyklus 1 zählen die Modellierung, Analyse und Restrukturierung der Geschäftsprozesse, sowie die Entwicklung der Geschäftsprozessstrategie. Aufgabe dieses Zyklus ist es, die Geschäftsprozesse gemäß der Geschäftsstrategie zu gestalten. Die Ergebnisse der Geschäftsprozessanalyse können zum einen dazu führen, dass die Geschäftsstrategie angepasst werden muss. Zum anderen ergeben sich daraus Restrukturierungsmaßnahmen, die sich in Soll-Geschäftsprozess-Modellen widerspiegeln.

An die Geschäftsprozessanalyse schließt sich der zweite Teilzyklus an, bei dem die Geschäftsprozessmodelle auf operativer Ebene weiter zu Workflows detailliert werden. Diese können informationstechnisch umgesetzt und ausgeführt werden. Darauf aufbauend können simulationsgestützte Analysen und Optimierung der Workflows stattfinden. Bei der Überführung von Geschäftsprozessmodellen in Workflows wird der Typ eines Workflows festgelegt, aus dem ein Workflow-Management-System verschiedene Ausprägungen ableitet und durchführt.

Im dritten Teilzyklus werden die Workflows ausgeführt und eventuelle Abweichungen von den Prozessvorgaben beim Monitoring aufgedeckt. Anschließend können die Workflow-Modelle entweder optimiert werden oder es müssen die Geschäftsprozesse neu modelliert werden.

3.2.4. Geschäftsprozessmodellierung

Modellieren bedeutet, ein Modell von etwas zu erstellen. Ein Modell ist dabei ein immaterielles und abstraktes Abbild der Realwelt, welches sich ein Individuum von einem Gegenstand oder Vorgang in seiner Umwelt macht. Modelle werden als Hilfsmittel zur Erklärung und Gestaltung realer Systeme eingesetzt. Ziel von Modellen ist es, die Wirklichkeit so zu vereinfachen, dass sie für den verfolgten Zweck handhabbar sind.

Die Modellierung eines Geschäftsprozesses erfolgt durch ein Geschäftsprozessmodell und kann in vier Schritten durchgeführt werden:

- Projektziele definieren: Eingrenzung des Problembereichs für welchen das Modell entwickelt werden soll.
- Modellierungsmethoden definieren: Die Modellierungsmethoden sind dem Projektziel entsprechend auszuwählen bzw. zu entwickeln.
- Modell erstellen: Unter Verwendung der individuellen Modellierungstechnik ist das eigentliche Modell schrittweise zu konstruieren.
- Modell evaluieren: Vor der Anwendung ist das Modell als Ganzes abschließenden Tests zu unterziehen.

Wie bereits in dem Workflow Life-Cycle-Modell dargestellt, kann bei der Geschäftsprozessmodellierung grundsätzlich zwischen der Modellierungsphase und der Ausführungsphase unterschieden werden. In der Modellierungsphase werden die realen Prozesse meist auf der Basis eines semi-formalen Prozessmodells beschrieben. In der Ausführungsphase erfolgt die Spezifikation eines formalen Prozessmodells, das durch ein geeignetes Workflow-Management-System ausgeführt werden kann (Rump 1999). Daher ergeben sich bei der Prozessmodellierung zwei voneinander abhängige Beschreibungsebenen, die Geschäftsprozess- und die Workflow-Ebene. Jede dieser Ebenen wird, wie in Abbildung 3.5 dargestellt, durch ein Meta-Modell, Modelle und Instanzen beschrieben.

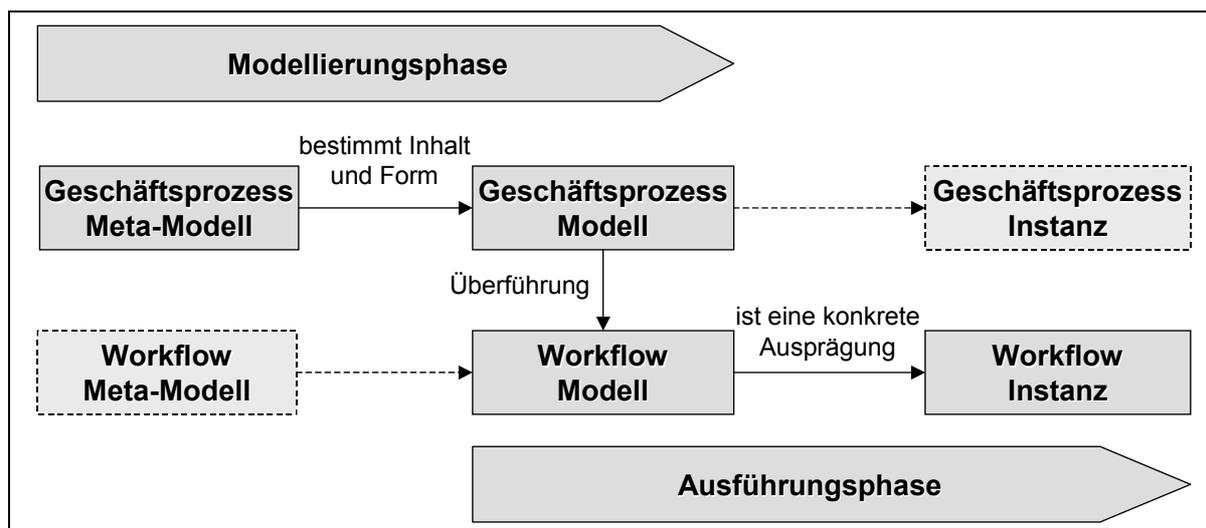


Abbildung 3.5: Phasen und Ebenen der Prozessmodellierung

Geschäftsprozess-Meta-Modell

Ein Geschäftsprozess-Meta-Modell, auch Meta-Schema genannt, definiert die Ausdrucksmittel, die zur Beschreibung und Handhabung einer bestimmten Klasse von Geschäftsprozessmodellen nötig sind. Es stellt Notationsregeln für die Erstellung der Geschäftsprozessmodelle bereit und erlaubt somit dessen Überprüfung auf Vollständigkeit und Konsistenz. In dem Meta-Modell werden Klassen wie „Funktion“, „Rolle“ oder „Ereignis“ sowie Beziehungsbegriffe wie „ist Teil von“, „ist verantwortlich für“ oder „geht zeitlich voraus“ festgelegt.

Geschäftsprozess- und Workflow-Modell

Ein Geschäftsprozessmodell, ist eine abstrakte Beschreibung eines bestimmten Prozessablaufs. Es stellt eine zielgerichtete Anordnung von Begriffen (z.B. Ding-, Eigenschafts- und Geschehnisbegriffen) zur Beschreibung, Ausführung und Steuerung von Prozessen auf fachkonzeptioneller Ebene dar. Das Prozessmodell ist aus Begriffen für Ein- und Ausgabeparameter, Reihenfolgen, Bedingungen, Funktionen etc. zusammengesetzt. Die Struktur des Geschäftsprozessmodells wird durch das Meta-Modell festgelegt.

Um mit einem Workflow-Management-System verarbeitet werden zu können, wird ein Geschäftsprozessmodell in ein Workflow-Modell überführt. Auch das Workflow-Modell beruht auf einem Meta-Modell, dem Workflow-Meta-Modell. Jedem Workflow-Management-System liegt genau ein Meta-Modell zu Grunde.

Workflow-Instanz

Die Workflow-Instanz ist eine konkrete Ausprägung eines Workflow-Modells und beschreibt einen konkreten (singulären) Prozess. Synonym mit Workflow-Instanz werden auch die Bezeichnungen „Workflow-Ausprägung“ und „Workflow-Exemplar“

verwendet. Die Workflow-Instanz wird z. B. von einem Workflow-Management-System erzeugt (instanziiert), um instanzspezifische Daten zu verwalten, die für die Ausführung relevant sind (Jablonski et al. 1997). Eine Workflow-Instanz für einen Baumangel könnte folgendermaßen aussehen:

```
("Mangel5", "Flecken auf Wand beseitigen", "Meyer GmbH", "Haus 3;  
Etage 1; Raum 102", "27.06.2005")
```

In der Workflow-Instanz können auch konkrete Termine angegeben werden, so dass eine Darstellung als Gantt-Diagramm möglich ist.

Auch von den Geschäftsprozessmodellen können Instanzen gebildet werden. Diese Geschäftsprozessinstanzen können jedoch nicht mit einem WfMS verarbeitet werden und ihre Darstellung wird selten benötigt (Scheer 1998b).

Ebenenübergang

Bei der Prozessmodellierung ist nach Rump (1999) weniger die Beschreibung des Prozesses auf der Geschäftsprozess- oder Workflow-Ebene problematisch, sondern der Übergang zwischen diesen beiden Ebenen. Während auf der Geschäftsprozessebene zumeist die graphische Repräsentation der Prozessabläufe im Vordergrund steht, wird auf der Workflow-Ebene ein formales und ausführbares Prozessmodell vorausgesetzt. Diese unterschiedliche Betrachtungsweise wird auch als "semantische Lücke" bezeichnet (Rump 1999). Da eine automatische Überführung zwischen den Ebenen vielfach nicht ohne weiteres möglich ist, wird dieser Übergang häufig manuell vorgenommen.

3.2.5. Workflow-Management Systeme

Ein Workflow-Management-System ist ein (re-)aktives Basissoftwaresystem zur Steuerung eines Workflows zwischen beteiligten Stellen nach den Vorgaben des Prozessmodells (Jablonski et al. 1997). Zum Betrieb eines Workflow-Management-Systems sind Workflow-Management-Anwendungen zu entwickeln. Ein Workflow-Management-System unterstützt mit seinen Komponenten sowohl die Entwicklung (Modellierungskomponente) von Workflow-Management-Anwendungen als auch die Steuerung und Ausführung (Laufzeitkomponente) von Workflows.

Mit dem *Workflow Reference Model* bietet die Workflow Management Coalition eine mögliche Standardisierung von WfMS zum einheitlichen Verständnis und zur Implementierung an. Die einzelnen Komponenten sind funktional getrennt und kommunizieren über vorgeschriebene Schnittstellen.

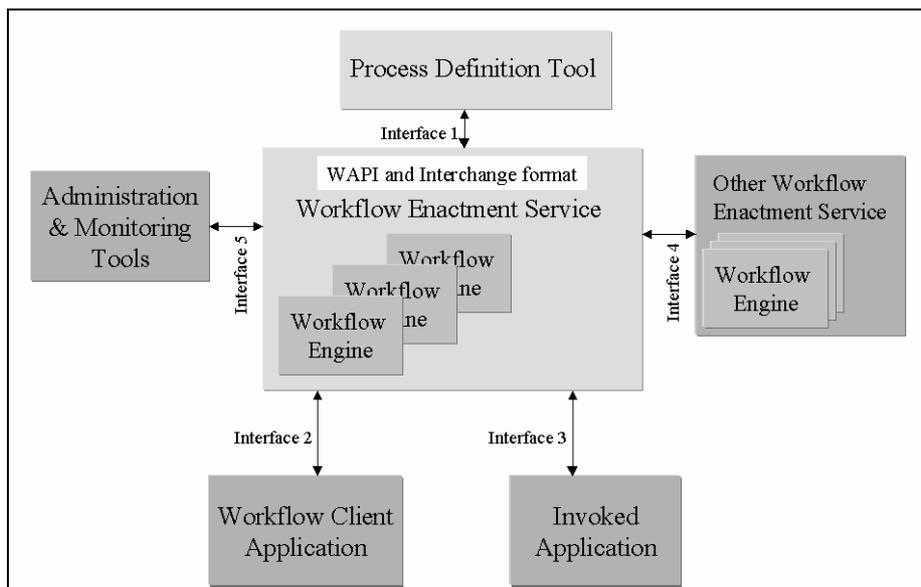


Abbildung 3.6: Workflow Reference Model der Workflow Management Coalition

Die Laufzeitumgebung der Prozesse wird von der WfMC Workflow Enactment Service genannt und beinhaltet mindestens eine Workflow-Engine, in welcher die Prozessinstanzen erstellt, verwaltet und ausgeführt werden. Über das Workflow Application Programming Interface (WAPI) können die in dem Workflow Enactment Service verwalteten Daten mit unterschiedlichen Applikationen ausgetauscht werden. Diese Interfaces sind:

- Das Process Definition Interface unterstützt die Anbindung eines Modellierungswerkzeugs an die Workflow-Engine.
- Das Workflow Client Interface dient der Interaktion des Anwenders mit der Workflow-Engine.
- Das Invoke Application Interface regelt die Anbindung von Software-Modulen, die für einen Prozess notwendig sind (z. B. E-Mail-System).
- Das Interface für Other Workflow Enactment Services wurde für die Anbindung weiterer WfMS definiert.
- Über das Administration and Monitoring Interface können Administrations- und Überwachungswerkzeuge an die Workflow-Engine angebunden werden.

3.2.6. Modellierungsmethoden für Geschäftsprozesse

Durch die Modellierung von Geschäftsprozessen wird die Realität in Form eines Prozessmodells in unterschiedlichen Sichten beschrieben. Der Vorteil eines Modells gegenüber einer umgangssprachlichen Beschreibung eines Prozesses liegt darin, dass die Vielseitigkeit der Erklärungsmöglichkeiten gegenüber einer Sprache eingeschränkt ist. Dadurch wird wenig Spielraum für semantische Mehrdeutigkeiten gegeben. Zur formalen, zumeist graphischen Darstellung der Modelle dienen Modellierungs-

methoden. Diese stellen die Semantik und Konstrukte für die Beschreibung der Prozesse bereit. Nachfolgend werden beispielhaft vier verbreitete Modellierungsmethoden und deren graphische Repräsentationen vorgestellt.

Unified Modelling Language - UML

Die Unified Modelling Language ist für die objektorientierte Modellierung von Softwaresystemen entwickelt worden, um den Projektverlauf von der Entwurfsphase bis zur Implementierungsphase durchgängig zu unterstützen. Da UML für die direkte Übersetzung des Entwurfs in eine Programmiersprache entwickelt wurde, enthält es Konzepte für die Systemanforderungs-, Analyse-, Entwurfs- und Implementierungsphasen. Hinzu kommt die Einteilung in statische Sicht und dynamische Sicht. Zur Darstellung dieser Sichten wurden dreizehn verschiedene Diagrammtypen mit unterschiedlichen Sprachelementen definiert. Die im Zusammenhang diese Arbeit bedeutenden Diagrammtypen sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst. Nachfolgend werden zwei zur Geschäftsprozessmodellierung einsetzbare UML-Diagramme vorgestellt.

Diagrammtyp	Beschreibung	Sicht
Klassendiagramm (Class Diagram)	Beschreibung des statischen Systemverhaltens über die Klassen mit ihren Abhängigkeiten	statisch
Objektdiagramm (Object Diagram)	Momentaufnahme der Objekte (Instanzen) eines Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt.	statisch
Paketdiagramm (Package-Diagram)	Bündelung der Klassen in fachliche Module.	statisch
Aktivitätsdiagramm (Activity Diagram)	Darstellung eines Funktionsablaufes in informationstechnischen Systemen.	dynamisch
Zustandsdiagramm (State Chart Diagram)	Darstellung der Folge von Zuständen, die ein Objekt im Laufe seines Lebens einnehmen kann.	dynamisch
Sequenzdiagramm (Sequence Diagram)	Beschreibung einzelner Abläufe in ihrer exakten chronologischen Reihenfolge.	dynamisch

Tabelle 3.1: Diagrammtypen der Unified Modelling Language

Aktivitätsdiagramme definieren eine Methode, mit der sich prozedurale Logik, Geschäftsprozesse und Workflows beschreiben lassen. In der Regel besitzt ein Aktivitätsdiagramm einen oder mehrere wohl definierte Start- und Endpunkte. Dazwischen können Aktivitäten, Aufspaltungen, Verknüpfungen und Entscheidungen modelliert werden. Die Diagrammsprache bietet auch Konstrukte zur Zusammenfassung und Verfeinerung von Aktivitäten und Abläufen an. Darüber hinaus können den Aktivitäten verantwortliche Organisationen zugeordnet werden. Die Stärke der Aktivitätsdiagramme liegt darin, dass sie die Darstellung paralleler Aufgaben unterstützen.

Das **Sequenzdiagramm** zeigt eine bestimmte Sicht auf die dynamischen Aspekte des modellierten Systems. Ein Sequenzdiagramm ist eine graphische Darstellung einer Interaktion und spezifiziert den Austausch von Nachrichten zwischen Ausprägungen, die im Diagramm als Lebenslinien dargestellt sind. Ein Sequenzdiagramm beschreibt das Verhalten eines Systems, indem es die zeitliche Ordnung von Ereignisauftritten spezifiziert. Nicht der präzise Zeitpunkt, wann ein Ereignis auftritt, ist dabei ausschlaggebend, sondern welche Ereignisse vor und welche nach einem bestimmten Ereignisauftritt vorkommen müssen. Sequenzdiagramme sollten eingesetzt werden, wenn das Verhalten mehrerer Objekte in ein und dem selben Anwendungsfall genauer betrachtet werden soll. Sie eignen sich gut, um die Zusammenarbeit der Objekte zu verdeutlichen, aber weniger, um das Verhalten präzise zu definieren.

Ein Sequenzdiagramm wird stets von einem Akteur angestoßen, der am Ende ein Ergebnis in Form eines Verhaltens erwartet. Ein Sequenzdiagramm besitzt zwei Dimensionen (siehe Abbildung 3.7):

- Die vertikale Dimension repräsentiert die Zeit; diese läuft von oben nach unten.
- Die horizontale Dimension enthält die Objekte und die Reihenfolge der Interaktionen.

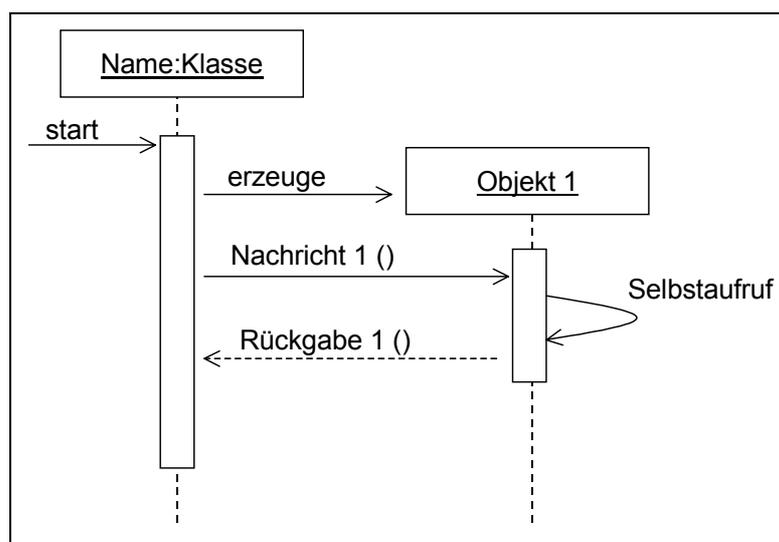


Abbildung 3.7: Basisdarstellung eines UML Sequenzdiagramms

Die an einer Interaktion beteiligten Objekte werden durch ihre Lebenslinien repräsentiert. Diese verlaufen senkrecht von oben nach unten und sind durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Oberhalb der Lebenslinie steht der Name des Objektes in einem rechteckigen Kasten.

Jede Lebenslinie kann einen Aktivitätskasten haben, der zeigt, wann das Objekt in der Interaktion aktiv ist, d. h. wann eine der Methoden des Objektes genutzt wird. Aktivitätskästen sind in der UML optional.

Nachrichten werden als waagerechte Pfeile zwischen den Objektlinien gezeichnet. Auf ihnen kann die Nachricht (z. B. „bestimme Bauleistungen“) notiert werden. Antworten

sind optional und werden durch einen gestrichelten Pfeil dargestellt. Das Erzeugen von Objekten kann in einem Sequenzdiagramm ebenfalls dargestellt werden, indem eine Nachricht direkt auf ein Objektsymbol trifft.

Es wurden verschiedene Operatoren definiert, um z. B. alternative Abläufe und Verzweigungen auszudrücken. Einige Operatoren des UML-Sequenzdiagramms sind in der Tabelle 3.2 beschrieben.

Operator	Schlüsselwort	Bedeutung
loop (Schleife)	[Bedingung]	Die Schleife wird solange wiederholt, bis die Bedingung erfüllt ist.
alt (Alternative)	[Bedingung 1] [Bedingung 2] [else]	Verzweigung zu einer von mehreren Möglichkeiten.
opt (optional)	[Bedingung]	Optionale Sequenz, die nur ausgeführt wird, wenn die Bedingung erfüllt ist.
par (parallel)		Mit diesem Operator wird angezeigt, dass die enthaltenen Teilsequenzen nebenläufig ausgeführt werden.

Tabelle 3.2: Operatoren für UML-Sequenzdiagramme

Ein Beispiel für die Verwendung und Darstellung der Operatoren `loop` und `alt` ist in der Abbildung 3.8 dargestellt. Sowohl Schleifen als auch Bedingungsausdrücke verwenden Interaktionsrahmen (engl. interaction frames), mit denen ein Stück eines Interaktionsdiagramms abgegrenzt werden kann. Ein Interaktionsrahmen ist ein Teil eines Sequenzdiagramms, das in ein oder mehrere Fragmente aufgeteilt wurde. Jeder Rahmen hat einen Operator und jedes Fragment eine Bedingung. Nur Fragmente, deren Bedingung wahr ist, werden ausgeführt.

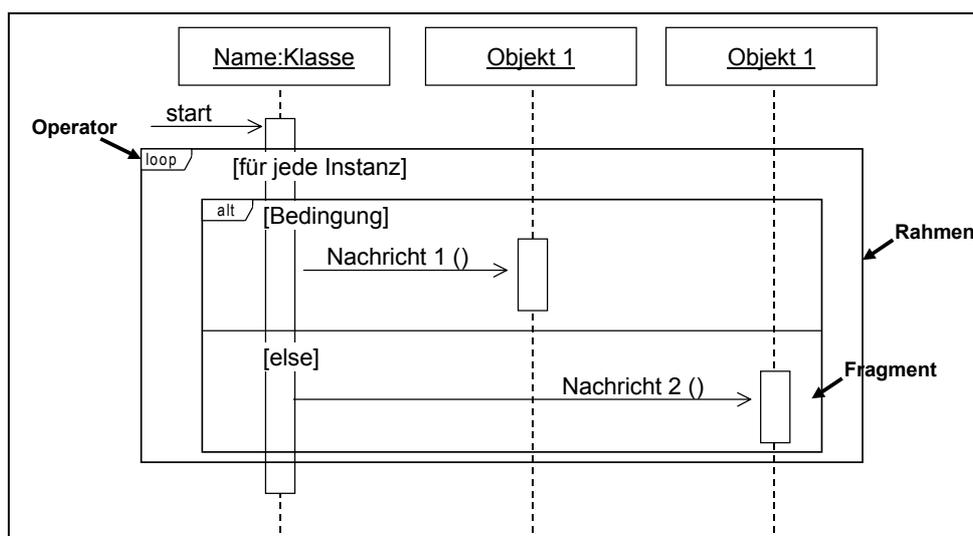


Abbildung 3.8: Darstellung eines UML Sequenzdiagramms mit Interaktionsrahmen und den Operatoren `loop` und `alt`

Integrated Definition Methods - IDEF

IDEF steht für eine Gruppe von Modellierungssprachen, erstmalig veröffentlicht 1980. Insbesondere die Methode IDEF-0 („function modeling method“) bietet sich zur Erstellung einer graphischen Darstellung von Prozessen an. Durch diese Methode können die Beziehungen zwischen Funktionen und Informationsobjekten in einer strukturierten Form dargestellt werden.

Ein IDEF-0 Modell besteht aus Diagrammen, Texten und einem Glossar. Die Diagramme sind die wichtigsten Bestandteile dieses Modells. In einem IDEF-0 Diagramm wird eine Funktion oder Aktivität durch eine Box dargestellt. Objekte, die von einer Aktivität entweder benutzt oder erzeugt werden, sind durch Pfeile dargestellt. Die Stelle, an der ein Pfeil in eine Box eintritt oder eine Box verlässt, definiert die Bedeutung von Informationen und Objekten:

- Der von links in die Box eindringende Pfeil beschreibt die Eingabe (Input-Informationen) für die Funktion.
- Der von oben in die Box eindringende Pfeil stellt die Herstellungs- und Kontrollinformationen dar.
- Die Mechanismen, die die Funktion ausführen oder unterstützen, werden durch Pfeile dargestellt, die die Box von unten berühren.
- Die Ausgabe (Output-Informationen) bzw. das Ergebnis der Funktion wird durch den Ausgabe-Pfeil dargestellt.

Eine Box kann über mehrere Pfeile jeden Typs verfügen und die Pfeile sind auch bidirektional möglich. Ein IDEF-0 Modell besteht aus einer Serie von Diagrammen die ein komplexes System in eine Vielzahl von weniger komplexen Teilen zerlegen. Das erste Diagramm der Serie stellt die grösste Beschreibung des Systems dar. Jede Funktion des Systems wird durch eine Box in einem Diagramm dargestellt. Umfangreiche Funktionen werden in einem neuen Diagramm, niederer Ordnung, abgebildet. Somit kann ein Prozess je nach dem geforderten Detaillierungsgrad zerlegt werden.

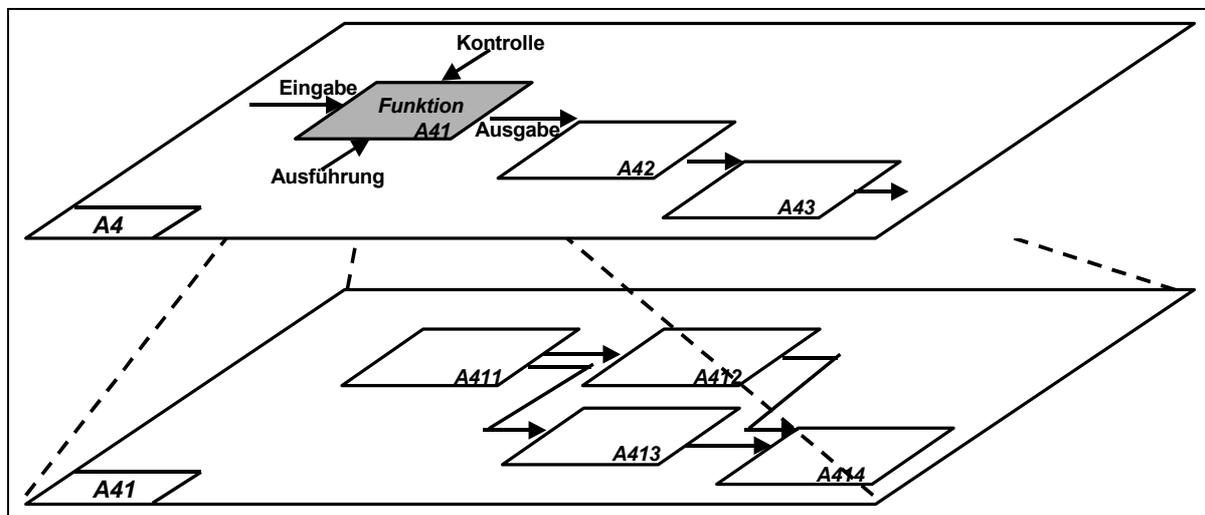


Abbildung 3.9: Darstellung eines IDEF-0 Diagramms

Sämtliche Diagramme eines IDEF-0 Modells sind durch Knoten-Nummern gekennzeichnet. Durch die Zerlegung der einzelnen Boxen in untergeordnete Diagramme entsteht ein hierarchischer Aufbau. Die Knoten-Nummern dienen der Positionsanzeige der einzelnen Diagramme in der Hierarchie.

Erweiterte Ereignisgesteuerte Prozessketten - eEPK

Die Entwicklung der erweiterten Ereignisgesteuerten Prozessketten geht auf Scheer (2001) zurück. Sie werden im Rahmen des ARIS-Konzeptes (Architektur integrierter Informationssysteme) zur Beschreibung der Prozessabläufe verwendet. Durch das ARIS-Konzept werden die unterschiedlichen Sachverhalte eines Geschäftsprozesses in einzelne Beschreibungssichten zerlegt, um die Beschreibungskomplexität eines Geschäftsprozesses zu reduzieren. Damit wird versucht die methodischen Abhängigkeiten durch eine methodenneutrale Entwicklung verschiedener Sichten zu vermeiden. Diese Zerlegung ermöglicht es die Beschreibung der Sichteninhalte durch spezielle für diese Sicht geeignete Methoden durchzuführen, ohne jeweils die vielfältigen Beziehungen und Zusammenhänge zu den anderen Sichten berücksichtigen zu müssen. Anschließend werden die Beziehungen zwischen den Sichten redundanzfrei zu einer Gesamtbetrachtung, der eEPK, zusammengeführt. Die entwickelten Sichten sind:

- Organisationssicht: Darstellung der Bearbeiter und Organisationseinheiten sowie deren Beziehungen und Strukturen.
- Datensicht: Definition der Umfelddaten und Nachrichten zur Vorgangsbearbeitung.
- Funktionssicht: Beschreibung der Funktionen (Vorgänge) und deren Zusammenhänge untereinander.
- Leistungssicht: Festlegung der Ergebnisse von Prozessen, mit Gliederung in Sach- und Dienstleistungen.
- Steuerungssicht: Darstellung der Prozessabläufe und Integration der Teilsichten.

Die unterschiedlichen Sichten bilden das so genannte ARIS-Haus, welches in der Abbildung 3.10 dargestellt ist. Den Mittelpunkt bildet die Steuerungssicht. In dieser werden die Komponenten der übrigen Sichten in einem Gesamtmodell verknüpft und mit Hilfe der eEPK dargestellt.

Durch die eEPK werden Funktionen und deren gerichtete Verknüpfungen zu Ereignissen in einer Prozesskette dargestellt. Ereignisse stellen für eine Funktion die Voraussetzung dar, um diese ausführen zu können. Eine Funktion hat mindestens ein Starterereignis und erzeugt nach der Bearbeitung wiederum Ereignisse, welche das Starterereignis weiterer Funktionen sein kann. Durch Verknüpfungsoperatoren (AND, OR und XOR) können logische Verbindungen zwischen Ereignissen und Funktionen modelliert werden. Die Methode der eEPK baut auf den Ansätzen stochastischer Netzplanverfahren und der Petri-Netz-Theorie auf. eEPK sind gerichtete Graphen, die sich aus Knoten und Kanten zusammensetzen.

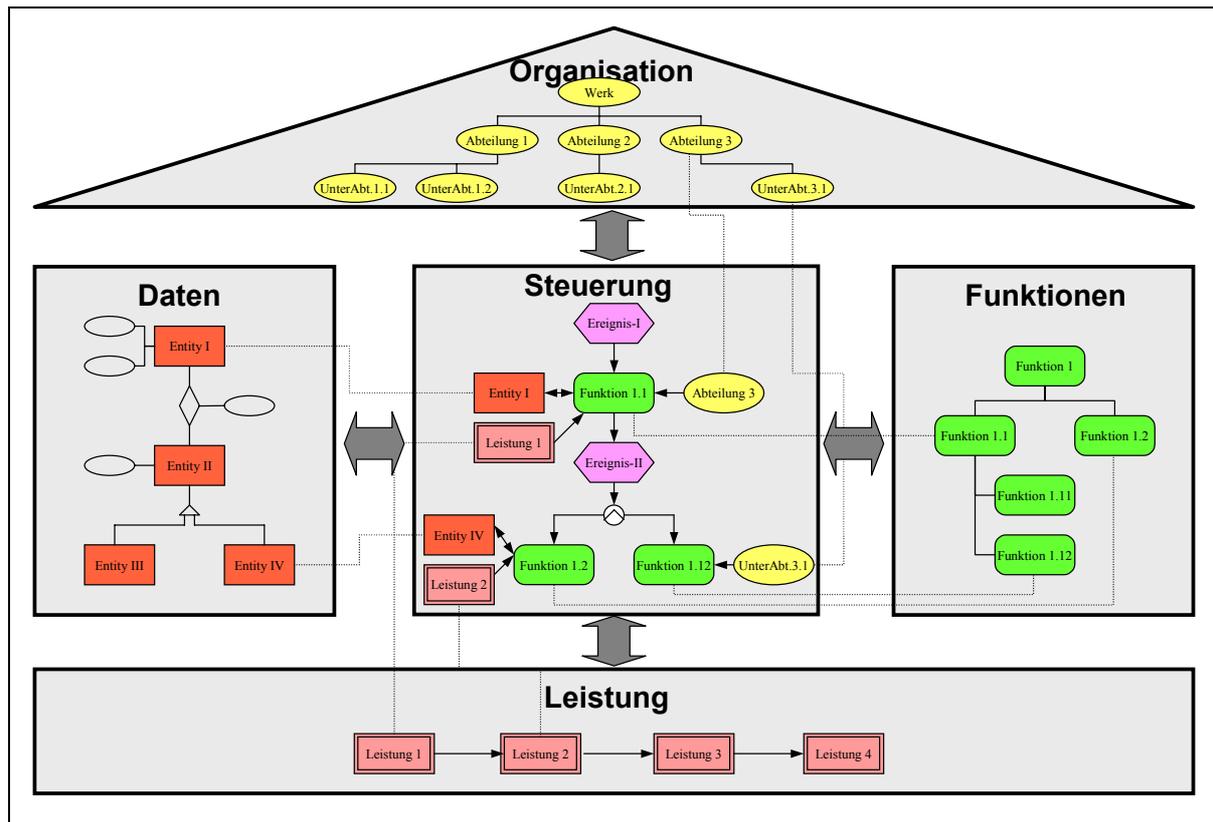


Abbildung 3.10: Darstellung und Verknüpfung der Sichten im ARIS-Haus

In der Tabelle 3.3 werden einige für diese Arbeit relevante Modellelemente der Steuerungssicht, Datensicht und Organisationssicht dargestellt und beschrieben. Das ARIS-Konzept umfasst noch eine Reihe weiterer Modellelemente auf dessen Beschreibung hier verzichtet wird.

Im Rahmen der Steuerungssicht des ARIS-Konzeptes werden Geschäftsprozesse stufenweise verfeinert. Zunächst werden strategische Prozessmodelle in Form von z. B. Wertschöpfungskettendiagrammen (WKD) erstellt. Deren Prozessschritte werden anschließend durch ePKs verfeinert. Das Wertschöpfungskettendiagramm lässt sich zurückführen auf einen Ansatz nach Porter (1992), der für die strategische Geschäftsprozessanalyse zur Erzielung von Wettbewerbsvorteilen entwickelt wurde. Die Modellierung der Prozessstruktur mit Hilfe eines WKD erlaubt einen Einstieg in die Prozessorganisation eines Unternehmens auf hoher Ebene.

Ein weiterer Ansatz der ARIS-Architektur ist die Verwendung unterschiedlicher Beschreibungsebenen. Informationssysteme können so in unterschiedlicher Nähe zur Informationstechnik dargestellt werden. Mit Hilfe der drei Ebenen Fachkonzept, DV-Konzept und Implementierungsebene wird eine durchgängige Beschreibung von der betriebswirtschaftlichen Problemstellung bis zur Implementierung der Lösung sichergestellt.

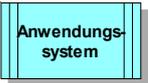
Element	Erläuterung
Steuerungssicht	
	Eine Funktion beschreibt die Transformation von einem Input-Zustand in einen Output-Zustand.
	Ein Ereignis bildet einen eingetretenen Zustand ab, von dem der weitere Verlauf des Prozesses abhängt.
	Prozessschnittstellen dienen als Verbindung zu weiteren Prozessen und werden für den Aufbau einer Prozesshierarchie eingesetzt.
Datensicht	
	Das Informationsobjekt stellt die Daten oder Dokumente dar, die als Ergebnis einer Funktion entstehen.
	Darstellung der „Quelle“, aus der das Informationsobjekt importiert wird oder zu der es exportiert wird.
	Beschreibung des Anwendungssystems, das der Informationsverarbeitung in einer Funktion dient.
	Ein Service wird von einem Anwendungssystem angeboten. Über einen Service werden Informationsobjekte ausgetauscht.
Organisationssicht	
	Eine Organisationseinheit ist ein konkreter Aufgabenträger einer Hierarchieebene.
	Eine Stelle bildet die elementare Untergliederung der Organisationseinheit, zu der eine Stellenbeschreibung vorhanden ist.

Tabelle 3.3: Modellelemente der Steuerungssicht, Datensicht und Organisationssicht

Petri Netze

Petri Netze sind ein graphischer Formalismus zur Ablaufbeschreibung. Sie ermöglichen die Beschreibung sequenzieller, sich gegenseitig ausschließender sowie nebenläufiger (voneinander unabhängiger) Aktivitäten.

Ein Netz ist ein Tripel $N = (S, T, F)$, für welches gilt:

- (i) S, T endliche Mengen
- (ii) $S \cap T = \emptyset$
- (iii) $S \cup T \neq \emptyset$
- (iv) $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$

Die Elemente aus S werden Stellen und die Elemente aus T werden Transitionen genannt. F ist die Flussrelation von N . In der graphischen Darstellung eines Netzes werden T -Elemente als Vierecke, S -Elemente als Kreise und F -Elemente als Pfeile zwischen Kreisen und Vierecken symbolisiert.

Abbildung 3.11 zeigt ein Netz $N = (S, T, F$ mit $S = \{s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7\}$, $T = \{t1, t2, t3\}$ und $F = \{(s1, t1), (t1, s2), (t1, s3), (s2, t2), (t2, s5), (s3, t3), (s4, t3), (t3, s6), (t3, s7)\}$.

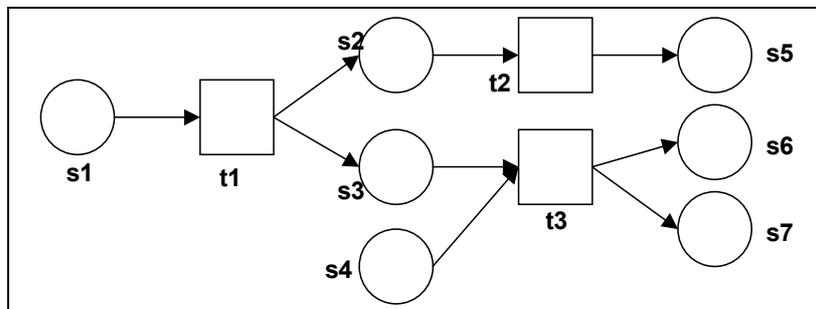


Abbildung 3.11: Darstellung eines Petri Netzes

Neben dieser einfachen Form existieren eine Reihe von Petri Netze Varianten, z. B.:

In **Bedingungs/Ereignis-Netzen** (B/E-Netze) stellen die Kreise Bedingungen (elementare logische Aussagen) dar, die entweder wahr (der Kreis ist markiert) oder falsch (der Kreis ist nicht markiert) sind. Die Vierecke repräsentieren Ereignisse, die stattfinden können, wenn alle ihre Eingangsbedingungen markiert und alle ihre Ausgangsbedingungen unmarkiert sind. Wenn ein Ereignis stattfindet, werden aus allen Eingangsbedingungen Marken entnommen (d. h. die Bedingungen werden falsch) und alle Ausgangsbedingungen werden wahr (d. h. eine Marke wird eingefügt).

In **Stellen/Transitionen-Netzen** (S/T-Netze; Kreise heißen Stellen, Vierecke Transitionen) werden die Kreise als Objektbehälter interpretiert. Eine Kapazitätsbeschränkung legt für jede Stelle eine maximale Anzahl von Objekten fest, die in der Stelle zu einem Zeitpunkt vorkommen darf. Die Objekte werden als „anonyme“ Marken repräsentiert, die keine Eigenschaften (Werte) haben. Transitionen können stattfinden (schalten), d. h. die sind aktiviert, wenn in jeder Eingangsstelle genügend Marken vorhanden sind und wenn in jeder Ausgangsstelle genügend Platz für zusätzliche Marken ist. Wenn eine aktivierte Transition schaltet, dann wird die an den Eingangskanten angegebene Anzahl von Marken aus den jeweiligen Eingangsstellen entfernt und die an den Ausgangskanten angegebene Anzahl von Marken in die jeweiligen Ausgangsstellen eingeführt.

Das Ziel der **hierarchischen Petri Netze** besteht darin, ein großes komplexes System in kleine überschaubare Netze zu zerlegen und diese Teilnetze zu einem großen Netz zu kombinieren. Statt das ganze System von Anfang an in der letztlich gewünschten Detailliertheit vollständig darzustellen, wird diese zunächst nur relativ grob beschrieben, um es anschließend nach und nach genauer zu modellieren. Nach Fehling (1992) ist sowohl die Verfeinerung von Transitionen als auch Stellen möglich, außerdem können die Netze beliebig verfeinert werden.

3.2.7. Werkzeuge zur Geschäftsprozessmodellierung

Modellierungswerkzeuge unterstützen den Benutzer bei der Anwendung von Modellierungsmethoden. Die Unterstützung bei der Erstellung von Prozessmodellen kann eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der Geschäftsprozesse spielen. Die ausschlaggebenden Vorteile beim Einsatz von Modellierungswerkzeugen sind:

- Alle relevanten Informationen werden in einer strukturierten, leicht zu analysierenden Form wiedergegeben.
- Die Konsistenz der Modelle kann überprüft werden.
- Änderungen am Modell können nachvollzogen werden.

Software-Werkzeuge zur Prozessmodellierung können in drei Klassen eingeteilt werden. Diese sind in Tabelle 3.4 zusammengefasst. Die Ausführung der modellierten Prozesse kann in einem Workflow-Management-System erfolgen (siehe Kapitel 3.2.5).

Werkzeug- klasse	Eigenschaften	Beispiel	
		Name	Modelle
Visualisierungswerkzeug	eignen sich für eine intuitiv durchführbare Abbildung von Prozessen	Microsoft Visio	kein bestimmtes
Modellierungswerkzeug	ermöglichen die Modellierung, Optimierung und Simulation von Prozessen	ARIS-Toolset	eEPK
CASE-Tool	unterstützen sämtliche Phasen der Softwareentwicklung	Rational Rose	UML

Tabelle 3.4: Klassen und Beispiele von Werkzeugen zur Geschäftsprozessmodellierung

3.2.8. Standardisierungsbestrebungen

Standards zur Beschreibung von Geschäftsprozessen

Die Standardisierungsinitiativen BPML²², BPEL²³ und XPDL²⁴ repräsentieren eine Gruppe von XML-basierten Prozessbeschreibungssprachen, die als gemeinsames Ziel die modellhafte Beschreibung ausführbarer Prozesse auf einer systemunabhängigen, abstrakten Ebene haben. Dadurch soll der Austausch von Prozessbeschreibungen über heterogene Systeme und Modellierungswerkzeuge hinweg realisiert werden. Die entwickelten Definitionen stellen ein formales Modell bereit, mit dem ausführbare Prozesse, die alle Aspekte eines unternehmensweiten Geschäftsprozesses behandeln, ausgedrückt werden können. Sie basieren jedoch auf unterschiedlichen Paradigmen.

²² Business Process Modelling Language

²³ Business Process Execution Language

²⁴ XML Process Description Language – Vorschlag der WfMC für XML-basierte Prozessdefinitions- und Austauschsprachen.

Standards zum Austausch von Geschäftsinformationen

Die am weitesten verbreitete Standardisierungsbestrebung für den unternehmerischen Datenaustausch sind die Verfahren des Electronic Data Interchange (EDI). In der Wirtschaftsinformatik wird unter EDI der „zwischenbetriebliche Austausch von Geschäftsnachrichten auf der Basis standardisierter Datenformate und Kommunikationsformen“ (Mertens 1997) verstanden. Das Ziel ist es, einen weitestgehend automatisierten Austausch von Informationen zwischen unabhängigen betrieblichen Anwendungen zu ermöglichen. Die Datenformate sind standardisiert durch den UN/EDIFACT²⁵ in DIN 16557²⁶. Da eine EDI-Verbindung kostenintensiv ist und spezifisch auf jedes verbundene Unternehmen angepasst werden muss, eignet sie sich vorwiegend für die Anwendung bei langfristigen Projekten mit regelmäßigen Transaktionen. Der Einsatz erfordert eine spezifische, komplexe Software zur Übersetzung der Daten zwischen den Teilnehmern. Aus diesem Grund finden EDI-Schnittstellen in der Bauwirtschaft eine geringe Verbreitung (Fabritius 2002).

Angesichts der Nachteile des EDI wurden unterschiedliche Dialekte auf Basis der Extensible Markup Language (XML) zum Austausch von Businessinformationen entwickelt. Durch das XML-Format wird ein offener Standard bereitgestellt, der einen strukturierten Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen Plattformen über das Internet ermöglicht. Die Metasprache XML liefert jedoch nur die Syntax für die Beschreibung von logischen Dokumentenstrukturen, die Semantik muss für den jeweiligen Einsatzzweck unter Verwendung von DTD²⁷ oder XML-Schemata definiert werden. Solche XML-Dialekte zum Austausch von Businessinformationen sind z.B. ebXML²⁸, BizTalk oder SOAP. Letztere ist die Kommunikationskomponente einer service-orientierten Architektur, die nachfolgend beschrieben wird.

Service-orientierte Architekturen

Service-orientierte Architekturen (SOA) sind nach Dostal et al. (2005) das abstrakte Konzept einer Software-Architektur, in deren Zentrum das Anbieten, Suchen und Nutzen von Diensten²⁹ über ein Netzwerk steht. Dabei werden Dienste fast ausschließlich von Applikationen oder anderen Diensten genutzt. Ein wesentlicher Vorteil einer solchen Architektur ist die Unabhängigkeit von den Details der jeweiligen Implementierung, wodurch eine funktionale Zerlegung der Anwendungen möglich und eine prozessorientierte Betrachtung erleichtert wird. Während eine SOA ein abstraktes Konzept ist, kann ein Web-Service als dessen Instanz betrachtet werden.

²⁵ Das United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport ist ein branchenübergreifender internationaler Standard für das Datenformat im Geschäftsverkehr

²⁶ DIN 16557: Elektronischer Datenaustausch für Verwaltung, Wirtschaft und Transport (EDI-FACT)

²⁷ Document Type Definition

²⁸ electronic Business XML

²⁹ In diesem Zusammenhang ist ein Dienst ein Programm oder eine Softwarekomponente, die lokal oder über ein Netzwerk von anderen genutzt werden kann.

Die Beteiligten in einer SOA und deren Zusammenspiel werden in der Abbildung 3.12 dargestellt. Damit ein Anbieter einen Dienst für einen potentiellen Nutzer zur Verfügung stellen kann, wird die Schnittstelle des Dienstes in einem Dienstverzeichnis veröffentlicht. Der Nutzer kann in diesem Verzeichnis nach einem geeigneten Dienst suchen und einen Verweis auf dessen Schnittstellenbeschreibung anfordern. Anschließend werden beim Dienstnutzer mit Hilfe der Schnittstellenbeschreibung die Programmteile erzeugt, welche dessen Anwendung in die Lage versetzen, mit dem Dienst kommunizieren zu können.

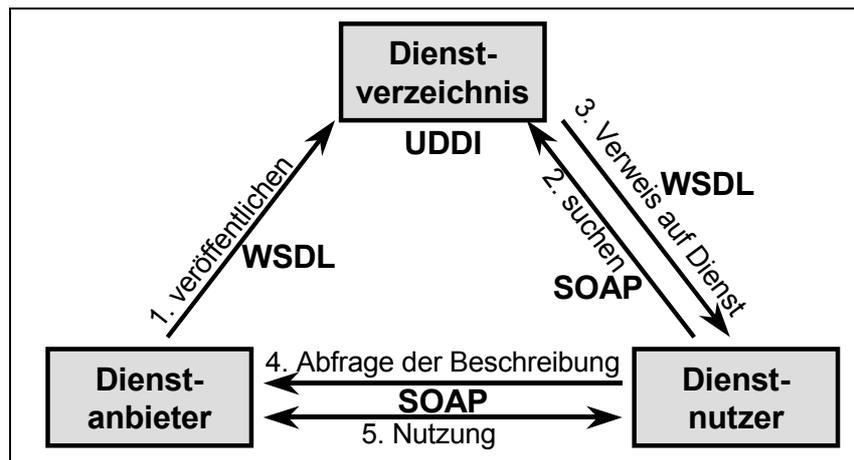


Abbildung 3.12: Magische Dreieck einer service-orientierte Architektur (Dostal et al. 2005)

Für die Beschreibung der öffentlichen Schnittstellen eines Dienstes wurde die *Web Service Description Language* (WSDL) entwickelt. Die Verwaltung der Web-Service Metadaten im Dienstverzeichnis erfolgt mit Hilfe des *Universal Description, Discovery and Integration Protocol* (UDDI) bei zentralen Ansätzen bzw. der *Web Service Inspection Language* (WS-Inspection) bei dezentralen Ansätzen. SOAP (ursprünglich *Simple Object Access Protocol*) beschreibt schließlich das XML-basierte Nachrichtenformat der Kommunikation und dessen Einbettung in ein Transportprotokoll.

Durch die konsequente Kapselung der Web-Services in unabhängige elementare Dienste liegt es nahe ein Konzept zu entwickeln, welches die Aufrufe und den Informationsaustausch von Web-Services automatisch koordiniert. D. h. es muss eine ausführbare Geschäftslogik entwickelt werden, welche beschreibt, in welcher Reihenfolge und mit welchen Aufrufparametern die einzelnen Aktivitäten auszuführen sind. Eine solche Modellierungssprache ist die *Business Process Execution Language for Web-Services* (BPEL4WS).

BPEL4WS ist genau genommen eine imperative Programmiersprache zur Modellierung von Geschäftsprozessen mithilfe von standardisierten, semantisch festgelegten Sprachelementen (Dostal et al. 2005). Der Programmcode wird als XML-Dokument dargestellt. BPEL4WS kombiniert Web-Service Aufrufe miteinander, indem auf deren abstrakte Schnittstellenbeschreibung im WSDL-Dokument referenziert wird. Das Ergebnis ist ein ausführbarer BPEL4WS-Prozess, der wiederum ein Web-Service ist.

3.2.9. Beispiele für Meta-Modelle

Wie bereits im Kapitel 3.2.4 angesprochen, definiert ein Geschäftsprozess-Meta-Modell die Ausdrucksmittel, die zur Beschreibung einer bestimmten Klasse von Prozessmodellen zur Verfügung stehen. Dadurch können unterschiedliche Schwerpunkte für die Geschäftsprozessmodellierung gesetzt werden. Nachfolgend werden exemplarisch Ausschnitte aus einem branchenneutralen (ARIS) und einem branchenspezifischen (IFC) Meta-Modell vorgestellt.

Architektur integrierter Informationssysteme

Für die unterschiedlichen Sichten im ARIS-Konzept wurden entsprechende Meta-Modelle entwickelt. In der Abbildung 3.13 ist ein Ausschnitt aus dem Meta-Modell der Funktionssicht dargestellt.

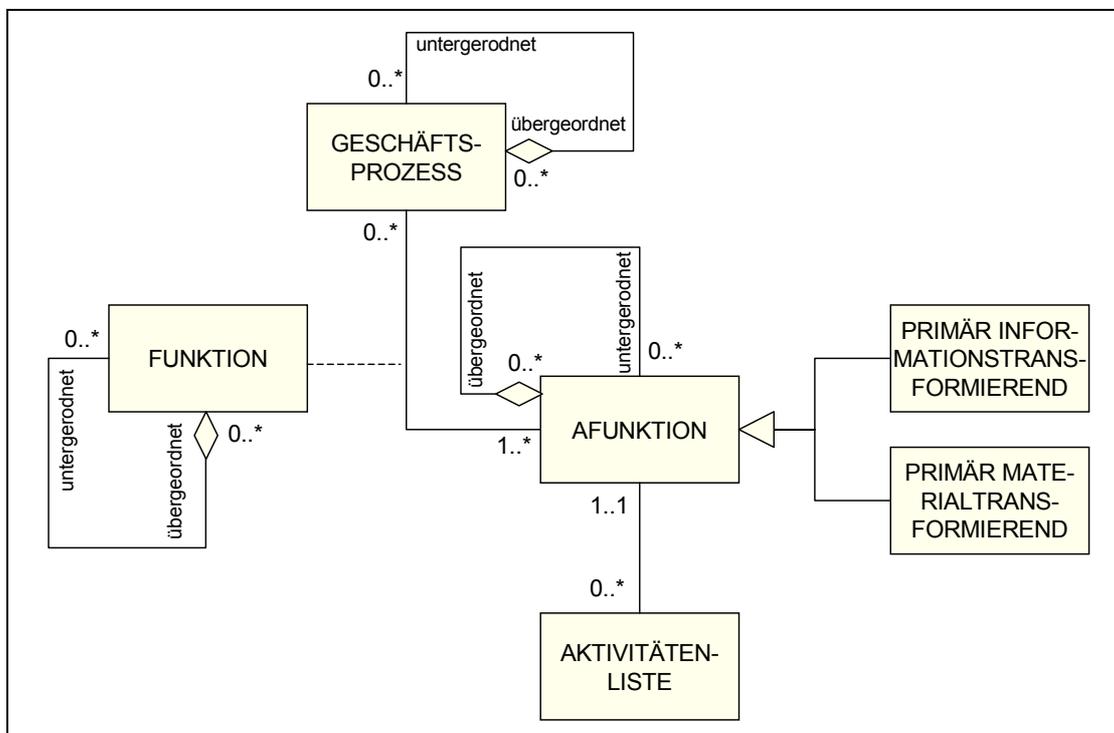


Abbildung 3.13: Ausschnitt aus dem ARIS Meta-Modell Funktionssicht (Scheer 2001)

Der GESCHÄFTSPROZESS gruppiert die an einem Prozess beteiligten Funktionen. Da jede Funktion nur einmal erfasst werden soll, wurde die Klasse AFUNKTION (Allgemeine Funktion) gebildet. Dadurch können Tätigkeiten unabhängig von ihren Gliederungszusammenhängen beschrieben werden. Den Geschäftsprozessen werden die zu ihnen gehörenden AFUNKTIONen über die Assoziationsklasse FUNKTION zugeordnet. AKTIVITÄTENLISTEN beschreiben die Aufgaben, die in einer Funktion zu erfüllen sind. Durch die Klassen PRIMÄR MATERIALTRANSFORMIEREND und PRIMÄR INFORMATIONSTRANSFORMIEREND kann eine Funktion in Ausführung- und Unterstützungsfunktion unterschieden werden.

Industry Foundation Classes

Mit der Definition der `IfcProcessExtension` stellt die Industrie Allianz für Interoperabilität die Grundlage für die Integration von Informationen des Prozessmanagements in das Objektmodell der Industry Foundation Classes (siehe Kapitel 4.6) bereit. Die `IfcProcessExtension` definiert Klassen und Attribute, die für die Organisation von Arbeitsabläufen in Bauprojekten relevant sind. Die Klassen sind in der Abbildung 3.14 dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

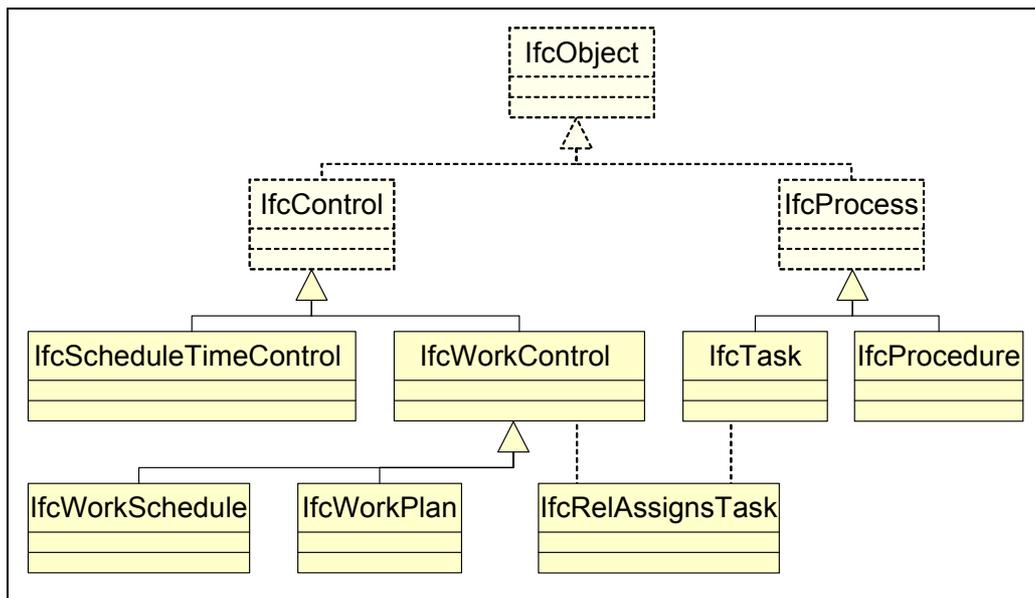


Abbildung 3.14: Klassen³⁰ der `IfcProcessExtension` (IFC 2004)

`IfcProcedure`: Definiert einen Schritt innerhalb eines Prozesses welcher keine oder fast keine Zeit in Anspruch nimmt.

`IfcTask`: Dient der Beschreibung einer einzelnen atomaren Aktivität, die unabhängig von anderen Aktivitäten durchgeführt werden kann.

`IfcScheduleTimeControl`: Definiert die zeitlichen Aspekte einer Aufgabe, wie die früheste Startzeit, die tatsächliche Startzeit und die späteste Startzeit.

`IfcWorkControl`: Ist eine abstrakte Objektdefinition, die gemeinsame Informationen der Entitäten `IfcWorkPlan` und `IfcWorkSchedule` kapselt.

`IfcWorkPlan`: Fasst mehrere Arbeitsabläufe eines Bauprojektes zusammen.

`IfcWorkSchedule`: Repräsentiert Zeitinformationen, die im Rahmen der ablaufenden Prozesse mit einer Aufgabe assoziiert sind. Diese Entität enthält Zeitangaben wie z. B. Startzeit, Endzeit oder Dauer.

`IfcRelAssignsTask`: Ist eine Relationsklasse, die `IfcTask` mit `IfcWorkControl` verknüpft.

³⁰ Die Klassen `IfcObject`, `IfcControl` und `IfcProcess` sind nicht Bestandteil von `IfcProcessExtension`.

3.3. Wissensmanagement und Referenzmodelle

Die entscheidende Prägung der heutigen Arbeitswelt liegt in der gestiegenen Bedeutung von Wissen über die einzelnen Arbeitsvorgänge. Neben dem Begriff Wissen werden im ähnlichen Zusammenhang oft auch die Begriffe Daten und Informationen verwendet (vgl. Voß & Gutenschwager 2001).

Unter Daten versteht man eine Folge von Zeichen, über deren Bedeutung weitestgehend Konsens besteht, d. h. die verstanden werden können. Daten entsprechen Zeichenfolgen, die durch Aggregation und Interpretation in einem Kontext (z. B. über Code, welcher den Zeichen eine Bedeutung zuordnet) zu Informationen werden.

Der Begriff Information ist in der Wissenschaft und der Praxis nicht einheitlich definiert³¹. Fink et al. (2001) definieren „Informationen als ein immaterielles Gut, das dazu dient, zweckorientiertes Wissen zu bilden“. In diesem Zusammenhang definieren die Autoren „Wissen als Kenntnis von Sachverhalten (Mustern) oder als Bewusstsein entsprechender Denkinhalte; der Zweck von Wissen besteht in der Verbindung und Durchführung von Handlungen und Entscheidungen“.

Informationen bilden somit die Grundlage für Entscheidungen, da aus ihnen Wissen entstehen kann, ohne welches Entscheidungsprozesse undenkbar sind. Durch Verarbeitung von Informationen in einem gewissen Kontext entsteht Wissen. Wissen kann folglich als verarbeitete Information angesehen werden.

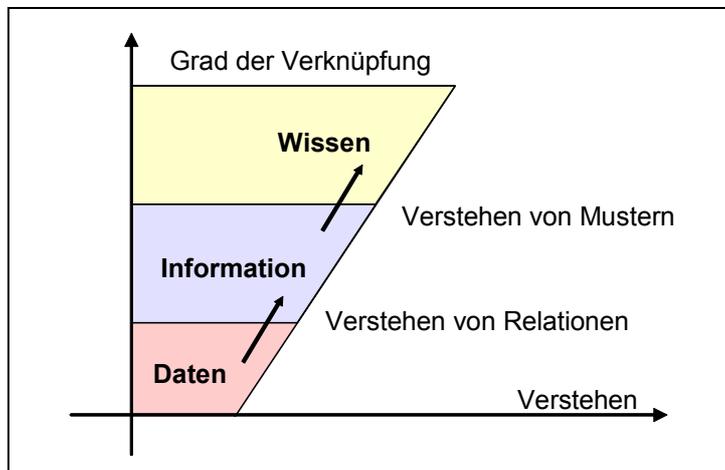


Abbildung 3.15: Von Daten zum Wissen (nach Voß & Gutenschwager 2001)

Wissen existiert oftmals nur implizit in Form von unbewusst angewendeten Verhaltensregeln. Wird dieses Wissen artikuliert, d. h. in explizites Wissen umgewandelt, dann entstehen hierdurch Informationen und gegebenenfalls Daten. Diese können von anderen Personen genutzt werden, um das eigene Wissen zu erweitern.

³¹ Eine umfassende Darstellung und Diskussion unterschiedlicher Auffassungen von Daten, Information und Wissen ist in Voß & Gutenschwager (2001) zu finden.

Neben der Klassifikation von Wissen in explizites und implizites Wissen, kann nach Fink et al. (2001) eine Unterteilung in folgende drei Bereiche vorgenommen werden:

1. Allgemeinwissen
 - a) kein unmittelbarer Aufgabenbereich
 - b) in der Regel vollständig präsent
2. Spezial- und Fachwissen
 - a) deklaratives Wissen (Was, symbolische Darstellung)
 - b) prozedurales Wissen (Wie, Operationen)
3. Metawissen über den Einsatz des Wissens (Wann)

Aus diesen Definitionen wird deutlich, dass mit dem alleinigen Besitz von Informationen, sei es über den Markt, die Kunden oder die weitere Produktverarbeitung, noch keinesfalls ein wirtschaftlicher Gewinn erzielt werden kann. Erst das Wissen um ihre Verwendung ermöglicht es, den entscheidenden Mehrwert zu schaffen.

3.3.1. Wissensmanagement

Das Wissensmanagement beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Wissensbasis eines Unternehmens. Unter der Wissensbasis werden alle Daten, Informationen und alles Wissen verstanden, welche in einer Organisation zur Lösung ihrer vielfältigen Aufgaben vorhanden sind. Die organisationale Wissensbasis setzt sich dabei aus individuellen und kollektiven Wissensbeständen zusammen, auf die eine Organisation zur Lösung von Problemen zurückgreifen kann. Mögliche Darstellungsarten sind Prädikatenlogik, Produktionsregeln, semantische Netze und Fakten (Krampe 1999). Das Wissensmanagement beschäftigt sich hauptsächlich mit dem Spezial- und Fachwissen. Zum Wissensmanagement gehören eine Vielzahl von Bausteinen, welche in Abbildung 3.16 dargestellt sind.

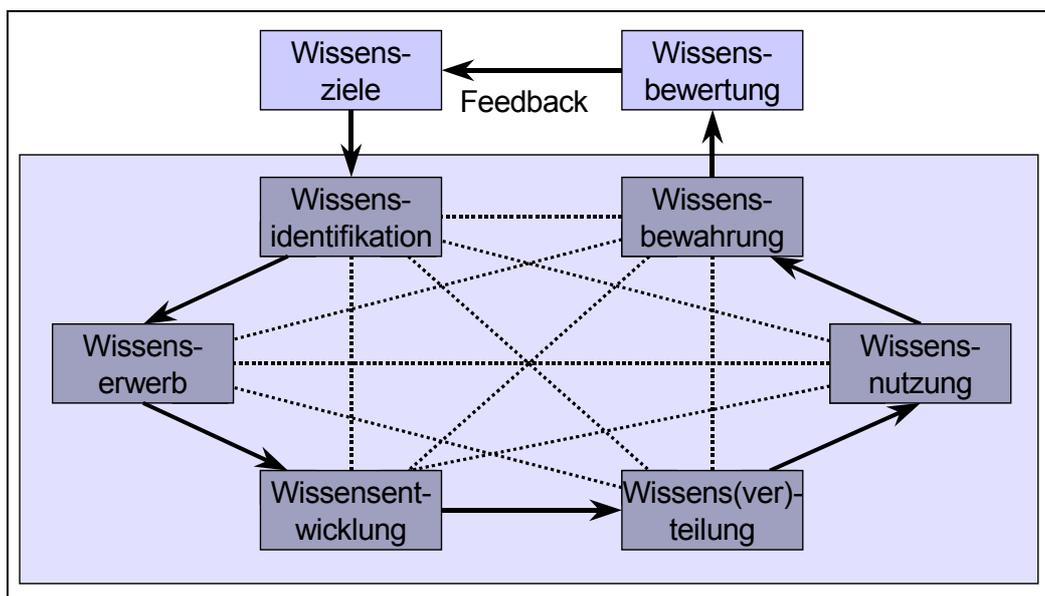


Abbildung 3.16: Kreislauf des Wissensmanagement (Probst et al. 2003)

Das Wissensmanagement kann auf vielfältige Weise durch Informations- und Kommunikationssysteme unterstützt werden. So können für die Unterstützung von Lernprozessen, Wissenstransfer und Wissensnutzung in Gruppen insbesondere Groupware- bzw. CSCW-Systeme eingesetzt werden. Wissensbasierte Systeme und Expertensysteme können genutzt werden, um Spezial- und Fachwissen in Form expliziten Wissens anderen Personen zur Verfügung zu stellen, die Nutzung zu erleichtern und es für die Zukunft zu bewahren.

Nach Voß & Gutenschwager (2001) lassen sich die Werkzeuge, welche die Erstellung von Lösungen für das Wissensmanagement unterstützen, hinsichtlich ihres Bezuges zum Entscheidungsprozess klassifizieren:

- (Teil-)Automatisierung des Entscheidungsprozesses in einem bekannten und fest definierten Wissens- bzw. Entscheidungsbereich (Bereitstellung von Expertenwissen als direkt abfragbares Wissen unter Ausschluss der Nutzung von Allgemeinwissen).
- Beschleunigung oder Ermöglichung der im Entscheidungsprozess notwendigen Informationsverarbeitung (Bereitstellung von Verfahren der Informationsverarbeitung, z. B. Algorithmen oder Verweise auf Personen).
- (Teil-)Automatisierung der Sichtung (Generierung) neuen Wissens (neue Fakten oder Regeln als Eingangsvariablen von Entscheidungsmodellen).

Der erste Ansatzpunkt befasst sich damit, deklaratives und prozedurales Wissen explizit darzustellen (z. B. in Form von Fakten und Regeln) sowie Verfahren bereitzustellen, um dieses Wissen zu reproduzieren und zu nutzen. Hierfür können z. B. die in Kapitel 3.2.6 vorgestellten Methoden der Prozessmodellierung eingesetzt werden. Insbesondere zwei Systemtypen zur (teil-)automatisierten Unterstützung von Entscheidungsprozessen sind für die weitere Arbeit von Interesse:

Case-based Reasoning-Systeme

Ein Ansatz im Kontext wissensbasierter Systeme ist, Wissen nicht in Form von einfachen Regeln (Wenn-Dann), sondern in Form bereits gelöster Fälle explizit darzustellen. Eine Menge von Erfahrungen zum Lösen von Problemen ist eine Fallbasis (Richter 2000). Die Nutzung eines solchen Falls besteht darin, die Lösung auf ein neues, aktuelles aber hinreichend ähnliches Problem anzuwenden. Ähnlich heißt z. B., dass ein zu produzierendes Teil in die gleiche Produktgruppe fällt oder der Kunde der gleiche ist. Solche Ähnlichkeitsmaße müssen in einer auswertbaren Form definiert werden. Case-based Reasoning-Systeme (CBR; deutsch: fallbasiertes Schließen) verfolgen einen solchen Ansatz.

Beim fallbasierten Schließen wird versucht, aus einer Fallbasis ein möglichst gut passendes Fallbeispiel herauszusuchen. Die Menge der in Frage kommenden Fallbeispiele wird durch die Angabe möglichst genauer Merkmale begrenzt, welche so formalisiert werden müssen, dass sie als Suchanfrage verwendet werden können

(Krampe 1999). Ist ein Fall aus der Fallbasis ausgewählt worden, müssen entsprechende Konfigurationen vorgenommen werden.

Das CBR besteht nach Aamodt & Plaza (1994) aus folgenden vier Phasen:

- Retrieval: Suchen von bereits gelösten Fällen.
- Reuse: Wiederverwenden eines oder mehrerer Fälle, Kombination mit der neuen Problemstellung, Erzeugen einer neuen Lösung.
- Revise: Testen und Bewerten der neuen Lösung, eventuell Modifikation der Lösung.
- Retain: Aufnahme der neuen Lösung in die Fallbasis.

CBR bietet sich insbesondere für die Konstruktion von Abläufen neuer Geschäftsprozesse auf Basis von alten Lösungen an (siehe nachfolgendes Kapitel). Jedes Mal, wenn ein neues Problem gelöst wurde, kann der dafür entwickelte Geschäftsprozess als neue Erfahrung abgespeichert werden.

Organisational Memory Information System

Ein Organisational Memory Information System (OMIS) integriert Wissensmanagementtechniken in ein Computersystem, welches innerhalb der Geschäftsaktivitäten eines Unternehmens kontinuierlich Informationen sammelt, aktualisiert, strukturiert und sie bei Bedarf zur Verfügung stellt. Ein OMIS muss also grundsätzlich drei Aufgaben erfüllen: Wissenserfassung und -pflege, Wissensaufbereitung und -integration sowie Wissenssuche und -nutzung. Dieses Know-How festzuhalten ist die Hauptaufgabe eines prozessorientierten OMIS. Informationen werden entlang der Aktivitäten eines Geschäftsprozesses abgelegt und können so im Zusammenhang mit dem Kontext, in dem sie vorgekommen sind, dokumentiert werden. Diese Dokumente beschreiben den Ablauf von Prozessen und enthalten somit auch Hinweise und nützliche Informationen für die Abwicklung neuer Aufgaben.

3.3.2. Referenzmodelle

Referenzmodelle (genauer: Referenzinformationsmodelle) sind Modelle, die ideale Strukturen oder Abläufe der jeweiligen Branche repräsentieren (Voß & Guten-schwager 2001). Sie ergeben sich durch Abstraktion mehrerer unternehmensspezifischer Modelle und unter Berücksichtigung theoretischer Erkenntnisse. Ein Referenzmodell ist ein konkretes, aber vom Unternehmenseinzelfall abstrahiertes Modell zur Darstellung technischer oder betriebswirtschaftlicher Fachinhalte bezüglich der Strukturen und Abläufe. Sie erlauben einerseits die Wiederverwendung der Strukturen und Elemente eines Anwendungsmodells durch dessen Spezialisierung und Umgestaltung für ein reales Objekt (z. B. ein Unternehmen oder Projekt), andererseits kann die Tatsache, dass Referenzmodelle einen Idealzustand widerspiegeln sollen, dazu genutzt werden, einen Vergleich mit dem realen Objekt durchzuführen und Abweichungen festzustellen.

Referenzmodelle können als Speicher für explizites Branchenwissen interpretiert werden (Fettke & Loos 2002a). Sie werden nicht für einen einzigen konkreten Anwendungskontext erstellt, sondern besitzen einen signifikanten Grad an Allgemeingültigkeit und formulieren Sollempfehlungen für eine Klasse abstrakter Anwendungsgebiete (Becker et al. 2002a). Referenzmodelle können somit als Ausgangslösungen bei der Entwicklung von (projekt-)spezifischen Informationsmodellen³² verwendet werden.

Ein Referenzmodell hat folgende Eigenschaften:

- Auf Basis des allgemeinen Modells können spezielle Modelle (als Grundlage für die Konstruktion ganz bestimmter Sachverhalte) geplant werden.
- Das allgemeine Modell kann als Vergleichsobjekt herangezogen werden, d. h. es ermöglicht Vergleiche mit anderen Modellen, die den gleichen Sachverhalt beschreiben.
- Das Referenzmodell stellt ein Modellmuster dar, das als idealtypisches Modell für die Klasse der zu modellierenden Sachverhalte betrachtet werden kann. Dieses kann sowohl organisatorische, technische und strukturelle Informationen als auch Prozessabläufe umfassen.
- Referenzmodelle können die Einführung und Entwicklung von Anwendungsprogrammen unterstützen und beschleunigen.

Ein Leitbild der Referenzmodellierung ist die Konstruktion unternehmensspezifischer Modelle auf Basis vorgefertigter Modelle bzw. Modellbausteine. Die Wiederverwendung vorhandener Modelle soll nach Fettke & Loos (2002b) zu einer Steigerung der Effektivität und Effizienz von Modellierungsprozessen führen. Ein Referenzmodell ist daher kein unternehmens- oder projektspezifisches Modell, sondern ein Modell für einen bestimmten Unternehmens- oder Projekttyp. Dabei sollte das Referenzmodell im Hinblick auf unterschiedliche Modellierungssituationen angepasst und wieder verwendet werden können.

Ansätze der Referenzmodellierung können aus vier Sichten betrachtet werden (Fettke & Loos 2004):

- Referenzmodellierungssprachen: Eine Modellierungssprache definiert eine Menge von sprachlichen Konstrukten zur Repräsentation betrieblicher Systeme sowie Regeln zur Kombination dieser Konstrukte. Beispielsweise ist die eEPK eine Sprache zur Referenzprozessmodellierung.
- Referenzmodellierungsmethode: Eine Methode definiert eine Vorgehensweise, um ein Modell durch systematische Anwendung von Konstrukten einer Modellierungssprache zu erstellen und zu verwenden. Beispielsweise definiert der Unified Software Development Process³³ (USDP) eine Methode zur Softwareentwicklung.

³² Unter einem Informationsmodell wird die zweckgebundene Rekonstruktion eines Ausschnitts aus der Realität verstanden. Sie dienen der Organisations- und Anwendungssystemgestaltung.

³³ Vorgehensmodell zur objektorientierten Softwareentwicklung auf Basis von UML.

- Referenzmodelle: Das Ergebnis der Anwendung einer Methode ist eine Menge von Modellen. Beispielsweise beschreibt Scheer (1998a) mit dem Y-CIM³⁴ Modell ein Referenzmodell für Industriebetriebe.
- Referenzmodellierungswerkzeuge: Modellierungswerkzeuge sind integraler Bestandteil eines Modellierungskontextes. Beispielsweise ist das ARIS-Toolset ein Werkzeug zur Referenzmodellierung.

Vorgehen

Die Referenzmodellierung kann, in Anlehnung an das Workflow Life-Cycle-Modell in Kapitel 3.2.3, konzeptionell in zwei Phasen gegliedert werden:

- Die Konstruktionsphase hat zum Ziel für eine bestimmte Unternehmensklasse ein Referenzmodell zu entwickeln. Der Prozess endet mit dem fertigen Referenzmodell, das in verschiedenen Modellierungssituationen verwendet werden kann.
- In der Anwendungsphase wird auf Grundlage eines Referenzmodells ein Informationsmodell für ein spezifisches Unternehmen in einer spezifischen Situation entwickelt.

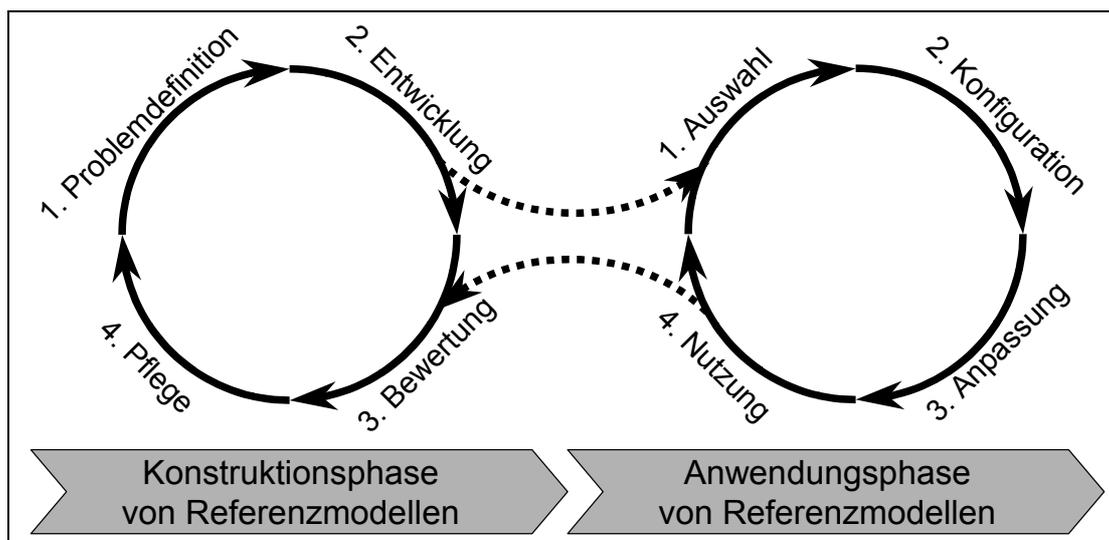


Abbildung 3.17: Phasen und Funktionen der Referenzmodellierung

Beide Phasen sind in der Regel zeitlich, personell und organisatorisch voneinander getrennt. Die einzelnen Funktionen in den Phasen sind (der Zusammenhang zwischen den Funktionen ist in Abbildung 3.17 dargestellt):

- Problemdefinition: Der Zweck des zu entwickelnden Referenzmodells ist zu klären.
- Entwicklung: Beschreibung einer Modellösung für den identifizierten Problem-bereich.

³⁴ Durch Computer Integrated Manufacturing (CIM) sollen sämtliche kaufmännischen und technischen Informationssysteme eines Industriebetriebs miteinander verknüpft werden. Das Y-CIM-Modell von Scheer beschreibt die an der Integration beteiligten Komponenten beider Bereiche.

- Bewertung: Sicherstellung der Qualität eines Referenzmodells.
- Pflege: Überarbeitung bzw. Verbesserung des Modells.
- Auswahl: Bestimmung eines geeigneten Modells.
- Konfiguration: Über definierte Parameter kann das Referenzmodell für die spezifischen Besonderheiten des Unternehmens konfiguriert werden.
- Anpassung: Vorhandene Anwendungsprogramme werden an die Vorgaben des Referenzmodells angepasst, bzw. neue Programme werden implementiert.
- Nutzung: Nach der Anpassung können die entwickelten Anwendungsprogramme zur Durchführung und Steuerung der Geschäftsprozesse genutzt werden.

Wiederverwendungskonzepte

Ähnlich wie ein komplexes technisches Produkt mit einer Liste aus Bauteilen beschrieben werden kann, lassen sich auch Geschäftsprozesse und Prozessvarianten beschreiben, die in verschiedenen Situationen miteinander kombiniert werden können. Sprachen zur Referenzmodellierung verfügen über Konzepte, die eine Vielzahl von Modellierungsvarianten beherrschen.

Um Referenzmodelle (wieder-)verwenden zu können, sind Methoden notwendig, die eine Beziehung (Schnittstelle) zwischen Konstruktionsphase und Anwendungsphase herstellen. Diese Methoden gliedern sich in dynamische Aspekte zur Auswahl und Anpassung geeigneter Referenzmodelle für eine spezifische Situation und in statische Aspekte zur Wiederverwendung von Referenzmodellen.

Zu den **dynamischen Aspekten** der Wiederverwendung gehören:

Auswahl: Durch die Auswahl erfolgt eine Eingrenzung der Menge der erhobenen Referenzmodelle auf prinzipiell geeignete Modelle. Dieses kann zum Beispiel über bestimmte Merkmale erfolgen, die den Referenzmodellen zugeordnet sind. Bei diesen Merkmalen kann es sich um Voraussetzungen handeln, die zur Verwendung eines Referenzmodells vorhanden sein müssen. Ebenso ist die Beschreibung von kosten-, zeit-, kapazitäts- und qualitätsbezogenen Auswirkungen des Referenzprozesses möglich.

Konfiguration und Anpassung: Die Konfiguration und Anpassung von Referenzmodellen wird prinzipiell in kompositorische und generische Maßnahmen unterteilt. Bei kompositorischen Maßnahmen werden einzelne Bereiche eines Modells gelöscht, verändert oder ergänzt, um die Passgenauigkeit des Referenzmodells zu verbessern; zum Beispiel durch Ausblenden von Lagerhaltungsprozessen für Unternehmen, die keine Lagerhaltung haben (vgl. Becker et al. 2002b und Krampe 1999). Dabei liegen Referenzmodell und unternehmensspezifisches Informationsmodell auf einer Modellebene.

Bei generischen Maßnahmen werden neben dem eigentlichen wiederverwendbaren Referenzmodell explizite Methoden zur Anpassung des Modells beschrieben. Das

Referenzmodell enthält Konfigurationsregeln, über die Modellvarianten abgeleitet werden können. Der Referenzmodellanwender legt hierzu lediglich Ausprägungen von Konfigurationsparametern fest, die anschließend gemäß der Konfigurationsregeln ausgewertet werden. Diese Regeln beziehen sich dabei auf die aktuell vorliegende Wiederverwendungssituation. Ausgewähltes Referenzmodell und unternehmensspezifisches Informationsmodell liegen dabei auf unterschiedlichen Modellebenen.

Bei entsprechender Werkzeugunterstützung erhält der Referenzmodellnutzer automatisiert ein den Parametereigenschaften entsprechendes Modell. Wenn die Werkzeugunterstützung fehlt, muss der Modellierer die Regeln selbst anwenden, um ein passendes Modell zu erhalten (Becker et al. 2002b). Im einfachsten Fall handelt es sich bei generischen Maßnahmen beispielsweise um Platzhalter für bestimmte Ausprägungen von Modellelementen (z. B. in Remme 1997). Eine vollständig generische Lösung wird erreicht, indem die Anpassung der verschiedenen Modellebenen mit Hilfe eines Metamodells generiert werden kann (vgl. Loos 1996).

Eine detaillierte Gegenüberstellung und Kategorisierung unterschiedlicher Konfigurationsmechanismen für eine perspektivenspezifische Anpassung von Referenzmodellen wird durch Becker et al. (2002a) gegeben.

Zu den **statischen Aspekten** der Wiederverwendung von Referenzmodellen gehören:

Umfang: Beschreibung der Größe und der Granularität des Referenzmodells. Dabei kann der Umfang zwischen komplexen Unternehmensmodellen und elementaren Modellen variieren. Fettke & Loos (2002b) führen zusätzlich den Begriff des „Bereichsmodells“ ein. In diesem Zusammenhang wird auch von „Referenzprozessbausteinen“ (Lang 1997) oder „Prozesspartikeln“ (Remme 1997) gesprochen.

Sprache: Um ein Referenzmodell explizit beschreiben zu können, wird dieses durch (semi-)formale Sprachen wie z. B. eEPK, UML oder Petri Netze dargestellt.

Referenzprozessbausteine

Ein Referenzprozessbaustein (alternativ wird auch der Begriff „Prozessmuster“ verwendet) ist eine in sich geschlossene logische Einheit, die eine abgegrenzte Teilleistung zur Erfüllung der Unternehmensziele produziert. Die Anforderungen an einen Referenzprozessbaustein sind nach Lang (1997): Modularität, standardisierte Struktur und Schnittstellen, Hierarchisierung, Abstraktion, Wiederauffindbarkeit und Anpassbarkeit.

Die Definition eines Referenzprozessbausteins erfolgt durch die Dekomposition eines Gesamtreferenzmodells in logische Einheiten (Becker et al. 2002b). In Abhängigkeit von der Dekomposition handelt es sich bei den Bausteinen entweder um Modellausschnitte, die aufgrund vordefinierter Beziehungen ein sinnvolles Ganzes ergeben oder um Varianten von Gesamtmodellen.

Für die Entwicklung von Referenzprozessbausteinen ist es notwendig, dass die Referenzmodellierungstechnik Konzepte zur Definition dieser Bausteine enthält. Lang

(1997) beispielsweise führt für die Darstellung der Struktur von Bausteinen die Begriffe „Prozesslösung“ und „Prozessablauf“ ein. Die Prozesslösung eines Referenzprozessbausteines besteht aus den von diesem verwendeten Ressourcen wie IT-Systeme, zugeordnete Organisationseinheiten und Input/Output-Elemente. Der Prozessablauf hingegen bildet die zeitlogische Anordnung des Bausteins ab.

Für die Wiederverwendung von Referenzprozessbausteinen können diese in einer Bibliothek bzw. Fallbasis abgelegt und verwaltet werden. Durch die Spezifikation von Suchparametern können die für einen spezifischen Anwendungskontext geeigneten Referenzprozessbausteine aus der Fallbasis gefiltert werden.

Die Klassifikation und Beispiele von Referenzmodellen werden in der Arbeit von Fettke & Loos (2002a) durch die Entwicklung eines Referenzmodellkatalogs thematisiert.

4. Aspekte des Projektmanagements in Bauprojekten

Für ein erfolgreiches Management von Bauprojekten sind in der Phase der Projektinitialisierung die erforderlichen Kooperationsrandbedingungen durch die Definition eines geeigneten Projektrahmens festzulegen. Dieser Projektrahmen umfasst sowohl ablauforientierte und organisatorische als auch informationstechnische Teilbereiche des Projektmanagements, welche in wechselseitiger Beziehung zueinander stehen. In diesem Kapitel werden mögliche Fachmodelle und Fachinformationen des Projektrahmens für Bauprojekte identifiziert und analysiert. Dieses explizite, branchenspezifische Wissen bildet die Ausgangsbasis für die Entwicklung eines Bau-Netzwerk-Schemas im nachfolgenden Kapitel.

4.1. Strukturierung von Bauprojekten

Im Gegensatz zur Produktion in stationären Industrien, die zumeist durch hierarchische und langfristige Produktions- und Lieferketten geprägt sind, werden Bauvorhaben traditionell von einmaligen Projektorganisationen umgesetzt. Seit jeher erfordern Größe, Einzigartigkeit, Komplexität und Interdisziplinarität sowie die instationäre Produktion von Bauwerken die projektspezifische Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen, da sie nur gemeinsam über die erforderlichen Erfahrungen und Produktionsmittel verfügen. Häufig erfolgt die tatsächliche Leistungserbringung durch die Weitervergabe von Aufgaben an Nachunternehmer³⁵. Dadurch entsteht eine arbeitsteilige, interdisziplinäre und netzwerkartige Projektorganisation, die im Rahmen dieser Arbeit auch als *Bau-Netzwerk* bezeichnet wird. Wesentliche Anstrengungen bestehen daher darin, aus solch einem vielschichtigen Projekt überschaubare Teilaufgaben und Schritte zu isolieren und diese wieder zu einem Ganzen zusammenzuführen (Wischnewski 2003). Dabei besteht das Interesse aller Projektbeteiligten insbesondere in einer möglichst wirkungsvollen Planung, Kontrolle und Steuerung der Risikobereiche: Kosten, Termine und Leistung.

Um diese Risikobereiche mit konkreten Parametern quantifizieren zu können, ist es notwendig die Einflussfaktoren, durch welche diese gesteuert werden, zu spezifizieren. Zu diesem Zweck wird das Gesamtprojekt anhand einer Projektstrukturierung in einzelne Arbeitspakete bzw. Teilaufgaben untergliedert, deren Realisierung individuell koordiniert werden kann. Entsprechend werden im Rahmen der Projektstrukturierung

³⁵ Bedient sich ein Bauunternehmen zur Erfüllung eines Auftrags zum Teil anderer Unternehmen, so werden diese Unternehmer auch als Nachunternehmer bezeichnet.

eine Vielzahl von Modellen erstellt, in denen die Beteiligten, Arbeitsschritte, Gebäudeteile, Bauwerkskomponenten, Kosten, Termine und Risiken des Projektes einzelnen oder in Abhängigkeit zueinander dargestellt werden. Das Ziel der Projektstrukturierung besteht letztlich in der Formulierung eines Ablauf- bzw. Terminplans, in dem jedes einzelne Arbeitspaket eine Leistung hervorbringt. Eine solche Leistung entsteht aus der Verarbeitung von Ressourcen und/oder Informationen durch einen Projektbeteiligten. Dabei hat sich die Bearbeitung eines Arbeitspaketes an die Projektbedingungen des Gesamtprojektes hinsichtlich der Projektorganisation, Projektstrukturierung und Informationsinfrastruktur anzupassen. Dieses gilt sowohl für die Planungs- und Ausführungsprozesse als auch für Betriebsprozesse von Bauprojekten.

Um nun die Randbedingungen für die einzelnen Arbeitspakete des Ablaufplans besser formulieren zu können, sind diese nach unterschiedlichen Kriterien zu klassifizieren. Dazu gliedert Brandenberger & Ruosch (1996) das Gesamtprojekt zunächst in die Sichten Projektorganisation und Projektstrukturplan.

Noch keine Berücksichtigung bei dieser Gliederung findet die in einem Projekt eingesetzte Informations- und Kommunikationstechnologie. Diese wird jedoch, wie im Kapitel 3.1.1 am Beispiel der Virtuellen Unternehmen gezeigt, für eine erfolgreiche Projektbearbeitung immer wichtiger, besonders im Hinblick auf eine kooperative, unternehmensübergreifende Zusammenarbeit. Das in der Abbildung 4.1 dargestellte Schema der Projektsteuerung wurde deshalb um die Sicht IT-Infrastruktur erweitert.

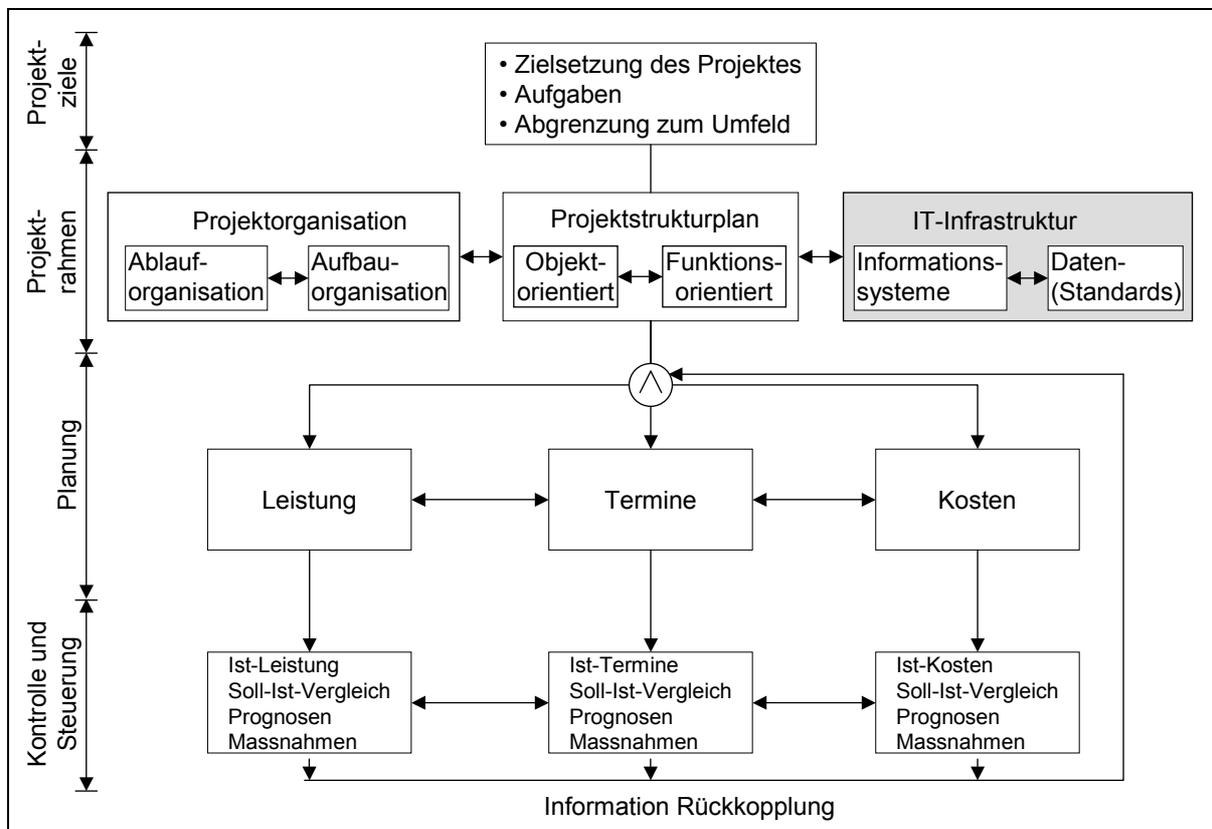


Abbildung 4.1: Schema der Projektsteuerung (nach Brandenberger & Ruosch 1996)

Nach diesem Schema werden zu Beginn eines Bauprojektes die allgemeinen Projektziele und Aufgaben definiert. Auf Grundlage der Zielvorgabe kann der Projektrahmen anhand der Projektorganisation, den Projektstrukturplänen, und der IT-Infrastruktur festgelegt werden. In der anschließenden Planung werden die Soll-Werte für die Leistungen, Termine und Kosten unter Berücksichtigung des Projektrahmens bestimmt. Diese Soll-Werte lassen sich im Verlauf des Projektes anpassen, weiter detaillieren und kontinuierlich hinsichtlich ihrer Zielerfüllung bewerten.

Zur Beschreibung der verschiedenen Sichten im Projektrahmen eines Bauprojektes existieren zahlreiche Modellierungsmethoden und Managementtechniken. Im Gegensatz zur Software- und teilweise auch der Unternehmensmodellierung gibt es jedoch keine ganzheitliche Modellierungsansatz, welche eine integrierte Darstellung der verschiedenen Sichten erlaubt. Ziel dieses Kapitels ist daher die Identifikation und isolierte Betrachtung von bauspezifischen Fachmodellen und Fachinformationen dieser Sichten, um daraus anschließend eine Framework zur Modellierung von Bau-Netzwerken entwickeln zu können.

Ausgehend von der Diskussion des Bauprojektmanagements werden im Folgenden die Sichten Ablauforganisation, Aufbauorganisation, Projektstrukturplan, Informationssysteme und Datenstrukturen unterschieden, anhand derer die wesentlichen Rahmenbedingungen von Kollaborationen in Bauprojekten erfasst und durch entsprechende Modelle beschrieben werden können. Diese Modelle und deren mögliche Informationsinhalte sollen als Grundlage für die Entwicklung eines Gesamtmodells zur Abbildung der Kooperationsrandbedingungen im anschließenden Kapitel 5 dienen.

4.2. Ablauforganisation

Die Ablauforganisation beschreibt die Ordnung von Handlungsvorgängen (Arbeitsprozessen), d. h. sie gibt eine Struktur vor, in welcher das Zusammenwirken der Prozessbeteiligten definiert ist (Wöhe 1996). Hierzu ist das Bauprojekt zweckmäßig und vor allem so früh wie möglich in kontrollierbare Teilprozesse zu unterteilen (Kochendörfer et al. 2007). Es erfolgt daher zunächst eine Strukturierung der Prozesse der Leistungserstellung in überschaubare Phasen. Auch wenn ein Phasenmodell lediglich den zeitlichen Ablauf skizziert, bieten entsprechende Ansätze eine hinreichende Grundstruktur des Wertschöpfungsprozesses zur Bauwerkserstellung. So werden in einer Projektphase sachlogisch zusammenhängende Aufgaben zusammengefasst, die von einer bestimmten Auswahl von Leistungsträgern zu erfüllen sind.

Darüber hinaus kann sich die Phaseinteilung auch in Meilensteinen widerspiegeln, die am Ende einer jeden Projektphase gesetzt werden, um die Vollständigkeit und Qualität der Ergebnisse zu überprüfen. Auf diese Weise kann die Integrität der Leistungen der Projektbeteiligten sichergestellt werden, bevor diese eventuell das Projektkonsortium verlassen.

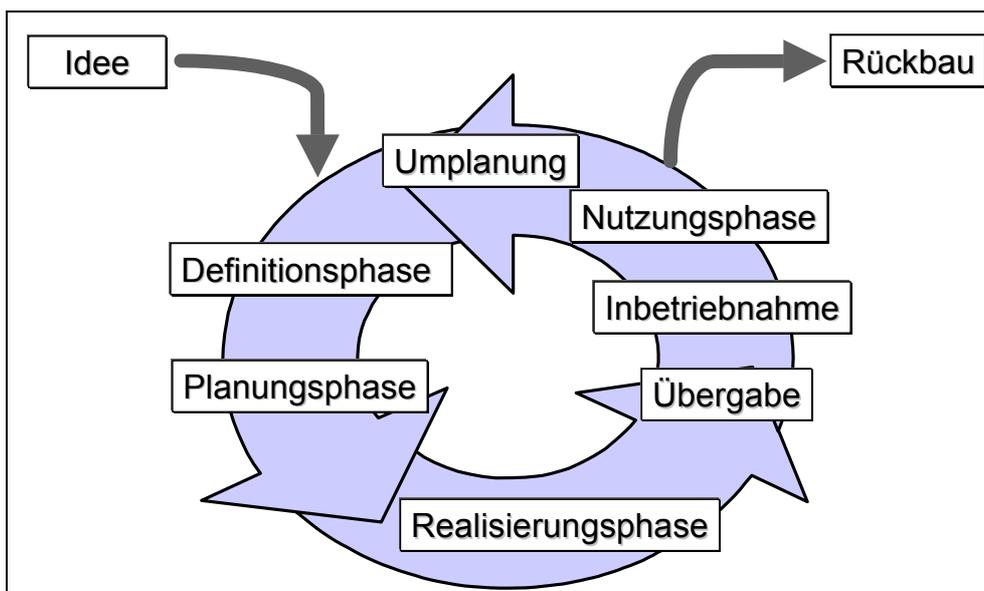


Abbildung 4.2: Lebenszyklusphasen von Bauwerken

Bei Bauprojekten orientiert sich die Phaseneinteilung im Allgemeinen am Lebenszyklus eines Bauwerks. Dieser Lebenszyklus umfasst alle Teilprozesse der in Abbildung 4.2 dargestellten Phasen. Ausgehend von einer Idee werden in der **Definitionsphase** erste Entwürfe des Bauwerks erstellt. Diese Entwürfe dienen in der **Planungsphase** als Grundlage für die detaillierte Beschreibung der Bauobjekte durch Pläne und Texte. Die Planungsphase schließt mit der Ausschreibung und der Vergabe der Bauleistung ab. In der **Realisierungsphase** erfolgt die Umsetzung der Planungsinformationen in ein reales Bauwerk. Alle für den Betrieb des Gebäudes notwendigen Informationen werden in der **Übergabephase** dem Bauherrn oder Nutzer übergeben. Im Verlauf der **Inbetriebnahme** werden das Bauwerk und die Anlagen auf projektgerechte Ausführung überprüft, abgenommen und in Betrieb genommen. In Phase der **Nutzung** unterliegt das Bauobjekt für einen langen Zeitraum keiner wesentlichen baulichen Veränderung. Die **Umplanungsphase** unterbricht die Nutzungsphase, um das Bauobjekt bezüglich seiner funktionalen Anforderungen zu optimieren. Für die Umplanung finden die gleichen Abläufe wie bei einem Neubau statt, wobei aber der Bestand zu berücksichtigen ist. Mit dem **Rückbau** wird der Lebenszyklus eines Bauobjektes abgeschlossen.

4.2.1. Phasenmodelle für Bauprojekte

Basierend auf dieser groben Gliederung des Lebenszyklus von Bauwerken existieren eine Reihe detaillierter Phasenmodelle zur Strukturierung der Ablauforganisation in Bauprojekten. Auf einige dieser Modelle wird nachfolgend eingegangen. Dabei handelt es sich sowohl um rechtsverbindliche deutsche Normen als auch um Vorschläge deutscher Verbände. Zusätzlich werden Ansätze aus Großbritannien und der Schweiz vorgestellt, da diese sehr detailliert ausgearbeitet sind bzw. innovativen Charakter besitzen.

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) regelt per Gesetz die Vergütung von Architekten- und Ingenieurleistungen. Die derzeit gültige Fassung (HOAI 2002) gilt seit dem 1. Januar 1996. Die HOAI enthält zugleich phasenorientiert und strukturiert einen Katalog von Leistungen, die im Regelfall vom Planer erbracht werden. Die Leistungen sind wiederum untergliedert in Grundleistungen und Besondere Leistungen:

„Grundleistungen umfassen die Leistungen, die zur ordnungsgemäßen Erfüllung eines Auftrags im Allgemeinen erforderlich sind. Sachlich zusammengehörige Grundleistungen sind in jeweils in sich abgeschlossenen Leistungsphasen zusammengefasst“ (§ 2 Abs. 2 HOAI). „Besondere Leistungen können zu den Grundleistungen hinzu- oder an deren Stelle treten, wenn besondere Anforderungen an die Ausführung des Auftrags gestellt werden, die über die allgemeinen Leistungen hinausgehen oder diese ändern.“ (§ 2 Abs. 3 HOAI).

Die typischen Aufgaben für Architekten und Ingenieure bis zur vollständigen Fertigstellung eines Bauwerks werden durch Leistungsbilder, die sich aus mehreren Leistungsphasen zusammensetzen, beschrieben. So wird z. B. im § 15 das „Leistungsbild Objektplanung für Gebäude, Freianlagen und raumbildende Ausbauten“ in die in Tabelle 4.1 beschriebenen neun Leistungsphasen unterteilt.

Leistungsphase	Beschreibung
1 Grundlagenermittlung	Ermitteln der Voraussetzungen zur Lösung der Bauaufgabe durch die Planung
2 Vorplanung	(Projekt- und Planungsvorbereitung) Erarbeiten der wesentlichen Teile einer Lösung der Planungsaufgabe
3 Entwurfsplanung	(System- und Integrationsplanung) Erarbeiten der endgültigen Lösung der Planungsaufgabe
4 Genehmigungsplanung	Erarbeiten und Einreichen der Vorlagen für die erforderlichen Genehmigungen oder Zustimmungen
5 Ausführungsplanung	Erarbeiten und Darstellen der ausführungsfähigen Planungslösung
6 Vorbereitung der Vergabe	Ermitteln der Mengen und Aufstellen von Leistungsverzeichnissen
7 Mitwirkung bei der Vergabe	Ermitteln der Kosten und Mitwirkung bei der Auftragsvergabe
8 Objektüberwachung (Bauüberwachung)	Überwachung der Ausführung des Objekts
9 Objektbetreuung und Dokumentation	Überwachung der Beseitigung von Mängeln und Dokumentation des Gesamtergebnisses

Tabelle 4.1: Leistungsphasen nach § 15 HOAI

AHO - Entwurf

Das Ziel des AHO³⁶ ist es, die Honorar- und Wettbewerbsinteressen der Architekten und Ingenieure zu vertreten. Hiefür wurde von der AHO-Fachkommission Projektsteuerung³⁷ eine „Untersuchungen zum Leistungsbild des § 31 HOAI und zur Honorierung für die Projektsteuerung“ durchgeführt. Dieser AHO-Entwurf sieht ein in fünf Projektstufen gegliedertes Leistungsbild, analog der HOAI-Gliederung für andere Fachbereiche, vor. Diese Projektstufen sind: Projektvorbereitung, Planung, Ausführungsvorbereitung, Ausführung und Projektabschluss.

Die Projektstufen des AHO-Entwurfs können eindeutig den Leistungsphasen der HOAI zugeordnet werden. Der AHO-Entwurf erweitert jedoch die Phasenstruktur um Leistungen in der Frühphase, fasst Leistungsphasen im Sinne der allgemeinen Projektphasen zusammen und definiert die Leistungen über das Bauobjekt hinaus für das Projekt. Jede einzelne Projektstufe des AHO-Entwurfs wird nach vier Handlungsbereichen unterteilt, für die Grundleistungen und Besondere Leistungen definiert sind. Diese Handlungsbereiche sind: Organisation und Dokumentation, Qualitäten und Quantitäten, Kosten und Finanzierung sowie Termine und Kapazitäten.

Handlungsbereiche	Projektvorbereitung		Planung			Ausführungsvorbereitung			Ausführung	Projektabschluss		
	Phase 0 Projekt- abwicklung	Phase 1 Grundlagen- ermittlung	Phase 2 Vorplanung	Phase 3 Entwurfs- planung	Phase 4 Genehmi- gungsplanung	Phase 5 Ausführungs- planung	Phase 6 Vorbereiten Vergabe	Phase 7 Mitwirken Vergabe	Phase 8 Objektüber- wachung	Phase 9 Projektbetr. & Dokumentation		
Organisation und Dokumentation	Organisationshandbuch für Planung, für Bau, für Betrieb									Übergabepf.		
	Projektstruktur											
Organisation und Dokumentation	Projekthandbuch									Dokumentat.		
	Sachstandinformation/Quartalsberichte											
Organisation und Quantitäten	Nutzerbedarfsprogramm Raum u. Funktionsprogr. Ausstattung und Standard	Gebäude u. Raumbuch 1			Gebäude u. Raumbuch 2			Qualitäts- sicherung	G+R-Buch 3			
		Wirtschaftlichkeitsunters.			WU							
Kosten und Finanzierung	Kostenrahmen	Qualitätskontrolle und -steuerung			Plausibilitätskontrolle			Kosten- feststellung prüfen				
		Kostenschätzung prüfen	Kostenberechnung (KB) prüfen	KB Aktualisierung prüfen			Kostenanschlag prüfen					
		Mittelbed. - u. Abflussplan.			Deckungsbestätigung							
		Kostenvergleich, -kontrolle und -steuerung			Mittelabflusskontrolle und -steuerung							
Termine und Kapazitäten	Vertragstermine Planung	Baunutzungskosten (BNK)									BNK prüfen	
		BNK			Mittelabflusskontrolle und -steuerung							
		Generalablauf										
		Generalablauf Planung und Ausführung										
Termine und Kapazitäten	Vertragstermine Planung	Detailablauf (DA) Planung			Detailablauf (DA) Ausführung			Ablaufkontr. Baube- sprechung	Steuerungs- ablauf Übergabe			
		Ablaufkontrolle Planung			Vertragstermine Ausführ.							
		Planungsbesprechungen										

Tabelle 4.2: Leistungsmatrix der Projektsteuerung (Diederichs 1996)

³⁶ Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. Zusammenschluss der maßgeblichen Ingenieurverbände, aller Länderingenieurkammern Deutschlands sowie der Architektenkammern von Bayern, Bremen und Hessen; www.aho.de (letzter Zugriff 6.12.2005)

³⁷ Veröffentlicht in: Nr. 9 der Schriftenreihe des AHO; Stand November 1996

Der AHO-Entwurf enthält eine umfangreiche Auflistung der projektstufenbezogenen Leistungen für alle Handlungsbereiche. Hierfür hat Diederichs (1996) die oben dargestellte ablaufbezogene Leistungsmatrix aufgestellt.

GEFMA-Richtlinien

Ziel der GEFMA³⁸-Richtlinien ist es, eine Hilfestellung für Anwender, Consultants, Dienstleister, EDV-Entwickler und alle anderen am Thema FM Interessierten bereitzustellen. „Die GEFMA-Richtlinien stellen in ihrer Summe ein Gesamtwerk dar, das eine umfassende Beschreibung von Facility Management im deutschsprachigen Raum liefert.“ (GEFMA 2006) Die Richtlinien beinhalten unter anderem ein Bauwerkslebenszyklusmodell, umfassende Leistungsbilder sowie grundlegende Prozessmodelle des FM.

So beschreibt die GEFMA-Richtlinie 100 (GEFMA 2005) ein integriertes Lebenszyklusmodell mit neun Phasen (siehe Abbildung 4.3), das in mehreren Zyklen durchlaufen werden kann. Der Fokus des Modells liegt insbesondere auf der Nutzungsphase mit dem Gebäudemanagement. Ausgehend von dem Lebenszyklusmodell erfolgt eine detaillierte Beschreibung der Einzelleistungen eines Facility Managers, welche in 37 Hauptprozesse und 128 Teilprozesse gegliedert sind. Zusätzlich wird zwischen allgemeinen Managementaufgaben, dem Management des Bauwerkes (Facility) sowie dem Management der Dienstleistungen am Bauwerk (Services) unterschieden.

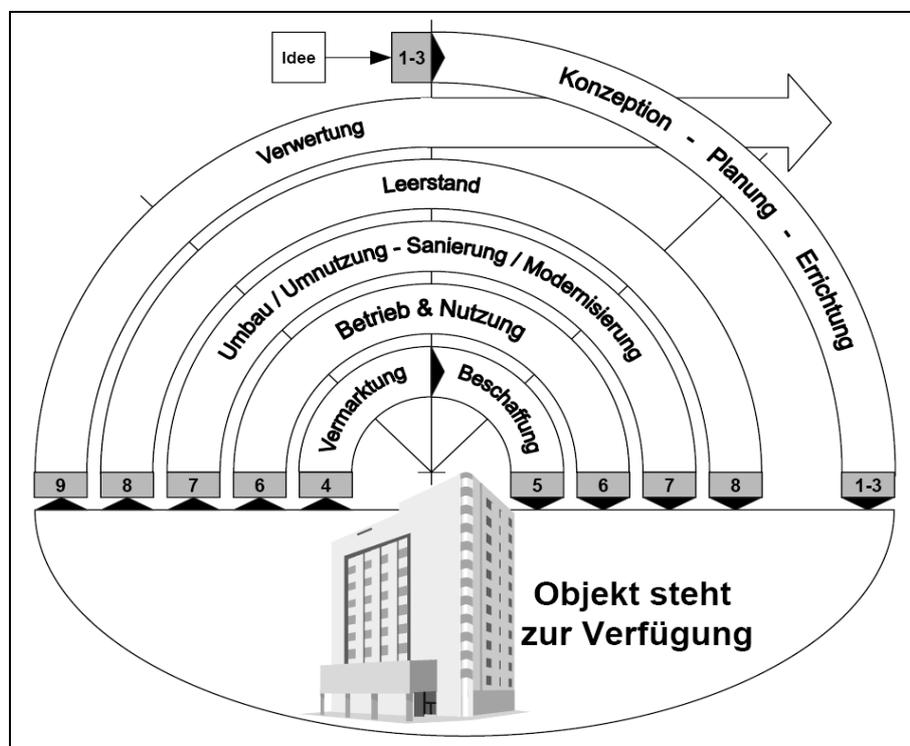


Abbildung 4.3: Gliederung des Lebenszyklus von Bauwerken (GEFMA 2005)

³⁸ Deutscher Verband für Facility Management e.V.

Generic Design and Construction Process Protocol

Das Generic Design and Construction Process Protocol³⁹ (GDCPP) wurde im Jahre 1998 an der Salford Universität mit der Absicht entwickelt, die Organisation von Bauprozessen zu verbessern. Das Ergebnis ist ein Referenzprozessmodell auf hohem Abstraktionsniveau für den Ablauf von Bauprojekten, welches den individuellen Bedingungen unterschiedlicher Bauprojekte angepasst werden kann. Planer und ausführende Bauunternehmen können diese Informationen als Vorgabe nutzen, um die eigenen Geschäftsprozesse zu überarbeiten und zu optimieren.

In dem GDCPP werden die Planungs- und Ausführungsteams in neun so genannte *Activity Zones* zusammengefasst, um die Bildung funktionsübergreifender Bauteams zu ermöglichen. Diese *Activity Zones* sind multifunktional und können aus einem Netzwerk von Aktivitäten bestehen. Dadurch werden die Prozesse anhand des Bauobjektes entwickelt und nicht nach den Funktionen der Beteiligten wie in einem sequenziellen Ansatz.

Das GDCPP ist in 11 Phasen (engl. Phases) unterteilt, welche wiederum in vier Stages zusammengefasst werden (siehe Tabelle 4.3). Innerhalb der Phasen sind unterschiedliche Prozesse (engl. Processes) durchzuführen (siehe Abbildung 4.4). Dabei kann sich ein Prozess über eine oder mehrere *Activity Zones* erstrecken.

Stages	Phases	Description
Pre-project	0	Demonstrating the need
	1	Conception of need
	2	Outline feasibility
	3	Substantive feasibility study and outline financial authority
Pre-construction	4	Outline conceptual design
	5	Full conceptual design
	6	Co-ordinated design, procurement and full financial authority
Construction	7	Production information
	8	Construction
Post completion	9	Operation and maintenance
	10	Disposal

Tabelle 4.3: Phasen des Generic Design and Construction Process Protocol

Zur detaillierten Beschreibung der Prozesse des GDCPP wurde eine untergeordnete Ebene, das *Product-Specific Level*, entwickelt. Jede Phase wird mit einer Review Phase abgeschlossen, um die Resultate zusammenzuführen. Neben der Definition von Prozessen für das Bauwesen wurde bei der Entwicklung des GDCPP auch untersucht, wie der Einsatz von IT-Werkzeugen die unterschiedlichen Aufgaben unterstützen kann. Das Ergebnis wurde in der so genannten *IT-Map* festgehalten.

³⁹ Weitere Informationen unter: www.processprotocol.com (letzter Zugriff 25.11.2005)

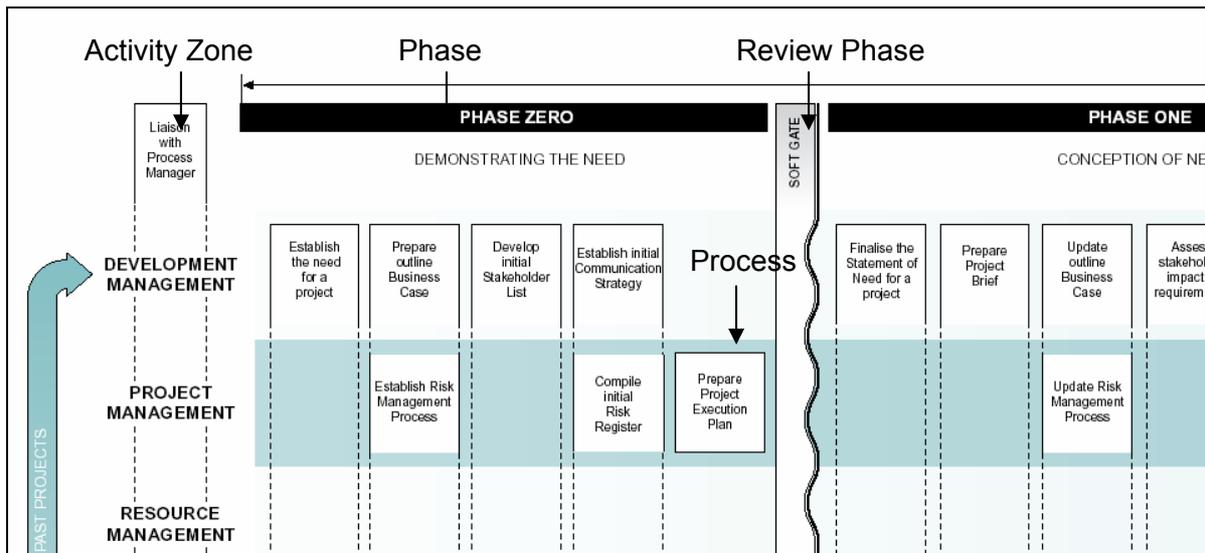


Abbildung 4.4: Ausschnitt aus dem Generic Design and Construction Process Protocol

Bauen nach Smart⁴⁰

Bauen nach Smart wurde von einer Schweizer Gruppe bestehend aus Architekten, Bauunternehmern, Ökonomen und Juristen entwickelt, um die Zusammenarbeit zwischen Bauherrn, Planern und Unternehmern zu verbessern. Darüber hinaus soll Unternehmer-Know-How schon in der Planung genutzt werden, um Kostensicherheit und Transparenz zu schaffen und Bauaufgaben mit hoher Qualität zu verwirklichen.

Mit Bauen nach Smart werden der Planungsprozess und die Bauausführung so geordnet, dass sich die Planung und die Bauausführung nicht überschneiden. Hierfür wird der Bauablauf in 7 Phasen gegliedert (siehe Tabelle 4.4). Alle diese Prozesse werden gemeinsam in einer branchenübergreifenden Werkgruppe erarbeitet.

Phase	Inhalt
1 Zielvereinbarung	Nutzung, Termine, Finanzen, Nachbarn, Grundstück, Planungsrecht, gesellschaftlicher Kontakt
2 Projekt und Kosten	Generalplaner-Vertrag, Einbezug Spezialisten, Einbezug Unternehmer, Kostendach, Finanzplan, Kostengarantie
3 Werkplanung	Mit Spezialisten und Unternehmern, architektonisch-technische Optimierung, Bildung von Leistungspaketen
4 Werkausschreibung	Anforderungsdefinition, Planungsgrundlagen, Hauptmassen, Pauschale
5 Realisierung in Werkgruppen	Verantwortungspakete, Ausführung durch Werkgruppen
6 Abrechnung	Abrechnung erfolgt wie in der Werkausschreibung festgehalten
7 Garantie	Die Werkgruppe haftet in der Regel solidarisch

Tabelle 4.4: Phasen von Bauen nach Smart (Schweiz 1998)

⁴⁰ Detaillierte Informationen sind in „Bauen nach Smart“ (Schweiz 1998) zusammengefasst.

Bauen nach Smart baut auf eine genaue Vereinbarung der Ziele zwischen Bauherr und Planer. Diese beginnt in der Zielvereinbarung mit einem ersten Gespräch und endet mit der Fertigstellung der Werkpläne. Um das Projekt so realistisch wie möglich zu gestalten, zieht der Planer Unternehmer zu Rate, die ihn bei der Evaluation von Ausführungsvarianten beraten. In der Werkplanung wird die Ausführung so geplant, dass diese in einer Abfolge von zusammenhängenden Werksleistungen, die von je einer Werkgruppe erstellt werden, ausgeführt werden kann. Hat eine Werkgruppe ihre Arbeit beendet, so übergibt sie den Werkteil. Der Übergabezustand wird protokolliert und mit dem Werkvertrag verglichen. Bauwerke werden zum selben Preis abgerechnet, wie es nach Abschluss der Werksausschreibung festgehalten wurde.

4.2.2. Gegenüberstellung der Phasenmodelle

Die vorangegangene Darstellung der Phasenmodelle zur Strukturierung des Bauwerkslebenszyklus macht deutlich, dass es erst durch eine zum Teil sehr detaillierte Gliederung möglich ist, die komplexen Bauabläufe zu strukturieren. Die Anzahl an Richtlinien und Vorschlägen zeigt aber auch, dass unterschiedliche Interessengruppen unterschiedliche Schwerpunkte bei der Betrachtung der Lebenszyklusphasen setzen. Während die HOAI den Bauprozess hauptsächlich aus Sicht von Architekten und Ingenieure beschreibt, stellt der AHO-Entwurf den Projektsteuerer in den Mittelpunkt der Betrachtung. Die GEFMA wiederum beschäftigt sich mit dem Leistungsbild des Facility Managers, welcher nicht nur den effizienten Betrieb eines Bauwerkes sicher stellen soll, sondern auch schon während der Bauplanungs- und Ausführungsphase unterstützend tätig ist. Ein anderer Ansatz wird beim GDCPP und beim Bauen nach Smart favorisiert. Beide Vorschläge plädieren dafür, den Bauprozess nicht sequenziell von einer Organisation zur nächsten ablaufen zu lassen, sondern organisationsübergreifend zu planen und zu bauen.

In der Abbildung 4.5 werden die Phasen der beschriebenen Modelle den sieben Lebenszyklusphasen eines Bauwerks aus Abbildung 4.2 gegenübergestellt. Dieses ist jedoch nur begrenzt möglich, da sich die Phasen nicht immer vergleichen lassen. Auch hat die Größe einer dargestellten Phase nichts mit ihrer Gewichtung innerhalb eines Ansatzes gemein, sondern spiegelt viel mehr den teilweise sehr großen Abschnitt im Bauwerkslebenszyklus wieder, der durch diese Phase abgedeckt wird.

Es zeigt sich, dass nur durch das Generic Design and Construction Process Protocol den gesamten Lebenszyklus eines Bauprojektes abdeckt wird. Während durch die HOAI, den AHO-Entwurf und Bauen nach Smart insbesondere die Konzeptions-, Planungs- und Realisierungsphase betrachtet werden, legt die GEFMA ihren Fokus auf die Nutzung und den Umbau eines Bauwerks.

Für die Darstellung der Projektphasen werden im Allgemeinen einfache Diagramme oder sprachliche Beschreibungen genutzt. Das GDCPP und die GEFMA Richtlinie stellen eine zum Teil sehr detaillierte Beschreibung der Prozesse in mehreren Hierarchiestufen zur Verfügung. In der HOAI, dem AHO-Entwurf sowie beim Bauen

nach Smart werden wiederum die zu erfüllenden Aufgaben zwar verbal beschrieben, eine Gliederung findet aber nur auf hoher Abstraktionsebene statt. Langfristig ist jedoch auch die Ausarbeitung einer projekt- bzw. bauspezifischen Modellierungsmethode zu bedenken.

	HOAI-Phasen	AHO-Entwurf	GEFMA	GDCPP	Smart
Definitionsphase				0. Demonstrating need	
Konzeptionsphase	1. Grundlagenermittlung	1. Projektvorbereitung	1. Konzeption	1. Conception of need	1. Zielvereinbarung
				2. Outline feasibility	
Planungsphase	2. Vorentwurf	2. Planung	2. Planung	3. Subst.feasibility study	2. Projekt und Kosten
	3. Entwurfsplanung			4. Conceptual design .	
	4. Genehmigungsplan.	3. Ausführungsvorbereitung		5. Full conceptual design	3. Werkplanung
	5. Ausführungsplanung			6. Co-ordinated design	
Realisierungsphase	6. Vorbereitung Vergabe	4. Ausführung/Überwachung	3. Errichtung	7. Production information	4. Werkaus-schreibung
	7. Mitwirkung b. Vergabe			8. Construction	5. Realisierung in Werkgruppen
	8. Objektüberwachung			5. Projektabschluss	9. Operation and maintenance .
9. Objektbetreuung/Doku.	7. Garantie				
Inbetriebnahme			4. Vermarktung	9. Operation and maintenance .	
Nutzungsphase			5. Beschaffung.		
			6. Betrieb & Nutzung		
			8. Leerstand		
Umbau Abriss			7. Umbau/Umnutzung Sanierung	10. Disposal	
			9. Verwertung		

Abbildung 4.5: Gegenüberstellung der Phasenmodelle

Neben der Definition von Phasen und Leistungen werden in einigen Ansätzen auch die Dokumente und Daten definiert, die erstellt werden müssen. Dabei wird, wie z. B. bei der HOAI, sehr detailliert beschrieben, welche Dokumente zu erstellen sind, ohne jedoch den Einsatz von IT-Werkzeugen und Datenstandards zu berücksichtigen. Es wird lediglich ganz allgemein von Plänen und Verzeichnissen gesprochen. Computergestütztes, nachhaltiges Entwerfen wird somit zumeist nicht honoriert. Die GEFMA Richtlinie hingegen geht auf die EDV-gestützte Datenverarbeitung ein. In dieser Richtlinie wird vorgeschlagen, schon bei der Planung anfallende Daten in EDV-gestützter Form zu sammeln, um diese im späteren Betrieb nutzen zu können. Dazu sind Datenstandards für alle Partner verbindlich festzuschreiben und die Dokumente auf einem zentralen Server zu speichern. Das GDCPP geht noch einen Schritt weiter und beschreibt in ihrer IT-Map den möglichen Einsatz von IT-Werkzeugen in den unterschiedlichen Phasen des Bauwerkslebenszyklus.

4.3. Aufbauorganisation

Die Aufbauorganisation beschreibt die Verknüpfung organisatorischer Elemente (Stelle, Instanz oder Abteilung) zu einer organisatorischen Struktur und den Beziehungszusammenhang zwischen diesen Elementen (Wöhe 1996). Bei einem Bauprojekt sind die Anforderungen an die Aufbauorganisation sehr hoch, da sich die unterschiedlichen Lebenszyklusphasen jeweils in der Organisationsstruktur niederschlagen können. Entscheidend für die Struktur der Aufbauorganisation ist die Größe und Komplexität des Projektes, aber auch die Bereitschaft des Auftraggebers, durch eigene Organisation Leistungen zu erbringen (Kochendörfer et al. 2007).

Eine weitere Besonderheit von Bauprojekten ist es, dass sich im Laufe des Vorhabens die Anzahl und die Aufgaben der beteiligten Personen, Institutionen und Firmen ändern können. Das bedeutet, dass in jeder Lebenszyklusphase neue Partner in das Projekt integrierbar und die Rollen der Partner dynamisch änderbar sein müssen. Im Folgenden werden einige in der Baupraxis übliche Leistungsträger⁴¹ und Organisationsstrukturen für die Planung, Realisierung und Betrieb von Bauvorhaben beschrieben.

4.3.1. Leistungsträger

Traditionsgemäß liegen die Planung, Realisierung und der Betrieb von Bauobjekten in mehreren Händen, die von Fall zu Fall in Teams zusammenarbeiten. Dabei lassen sich, abgesehen von staatlichen Behörden, wie z. B. Genehmigungs- und Bauaufsichtsbehörden, folgende sieben Gruppen von Leistungsträgern unterscheiden⁴²:

Bauherr / Auftraggeber / Investor: Der Bauherr, Auftraggeber oder Investor fasst den unternehmerischen Entschluss zur Errichtung eines Bauwerks. Er definiert die Bauaufgabe nach Umfang, Kosten, Zeit und Qualität, stellt das Grundstück sowie die Finanzmittel zur Verfügung und beauftragt die Planer, Fachingenieure, Bauunternehmen und Lieferanten der Baumaßnahme. Darüber hinaus koordinieren er oder seine Beauftragten die Tätigkeiten aller am Bau Beteiligten und überwacht nach abgeschlossener Planung die Realisierung.

Projektsteuerer / Projektmanager: Vor allem bei größeren Bauprojekten ist die Einschaltung eines Projektsteuerers oder Projektmanagers üblich. Dieser wird vom Bauherrn beauftragt, um ihn in seinen Bauherrenaufgaben zu unterstützen, insbesondere um übergeordnet Kosten, Qualität und Termine zu steuern.

Architekt / Berater / Fachingenieur: Die Aufgaben des Architekten, Beraters und Fachingenieurs umfassen Planung, Konstruktion, Bauvorbereitung und Management

⁴¹ Leistungsträger sind natürliche oder juristische Personen oder Behörden, die eine oder mehrere der zur Verwirklichung einer Bauabsicht notwendigen Leistungen oder Teile davon erbringen.

⁴² Zusammenfassung aus Kochendörfer et al. (2007), Möller & Kalusche (2001), Schach & Sperling (2001) und Bauer (1995).

des beabsichtigten Bauprojektes in den verschiedenen Stufen von der Grundlagen-ermittlung bis zur Ausführung.

Ausführendes Unternehmen / Handwerker: Für die Umsetzung der geplanten Maßnahmen vergibt der Bauherr Leistungen an Unternehmen der Bauindustrie, des Baugewerbes und des Handwerks. Traditionell wird die Rohbauleistung an einen Hauptunternehmer vergeben. Dieser koordiniert häufig weitere Teilleistungen, die von Nachunternehmern ausgeführt werden.

Lieferant: Der Lieferant liefert einzelne Teile und Materialien zur Realisierung eines Bauwerks auf Grund einer Bestellung.

Nutzer: Nutzer sind nicht notwendigerweise identisch mit dem Bauherrn. Sie spezifizieren die Anforderungen an das Bauwerk, um dessen nutzergerechte Funktion sicherzustellen.

Facility Manager⁴³: Die Hauptaufgabe eines Facility Managers besteht in der Betrachtung, Analyse und Optimierung aller kostenrelevanten Vorgänge von Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen in einem Unternehmen. Darüber hinaus übt der Facility Manager auch schon in frühen Planungsphasen beratende Tätigkeiten aus.

4.3.2. Organisationsstruktur

In der Baupraxis lassen sich unterschiedliche organisatorische Beziehungen zwischen den Projektbeteiligten ausmachen. Gerade hinsichtlich der Risikostreuung und der Sicherheit für Kosten und Termine ergeben sich für den Bauherrn eine Reihe von Möglichkeiten Bauunternehmen und Planer vertraglich in ein Projekt einzubeziehen (Kochendörfer et al. 2007). Nachfolgend werden sechs gängige Organisationsstrukturen vorgestellt⁴⁴:

Konventionelle bzw. Klassische Organisation: Diese Organisationsstruktur bezeichnet die Realisierung des Projektes mittels Einzelplaner und Einzelunternehmer. Diese können als Einzelperson oder auch als Gesellschaftsform, wie z. B. eine BGB-Gesellschaft, GmbH oder KG, auftreten.

Generalplaner: Beim Einsatz eines Generalplaners werden sämtliche Planungsaufgaben an einen Auftragnehmer vergeben. Dieser erbringt alle Planungsleistungen eigenverantwortlich entweder mit eigenen Mitarbeitern aus den unterschiedlichen Fachbereichen oder durch Hinzuziehung externer Planer. Das Ziel ist die Reduzierung von Schnittstellen zwischen den einzelnen Fachbereichen.

⁴³ In vielen Quellen zum Bauprojektmanagement bzw. Baubetriebswesen bleibt die Rolle des Facility Managers unerwähnt, dabei gewinnt diese jedoch immer mehr an Bedeutung nicht nur in der Nutzungs- sondern auch schon in der Planungsphase.

⁴⁴ Da sich in der Fachliteratur keine einheitliche Definition der Organisationsstrukturen finden lässt, erfolgt hier eine Zusammenfassung aus Kochendörfer et al. (2007), Greiner et al. (2002), Möller & Kalusche (2001), Schach & Sperling (2001) und Sommer (1998).

Generalunternehmer: Der Generalunternehmer übernimmt sämtliche Leistungen zur Realisierung eines schlüsselfertigen Bauwerks und trägt somit gegenüber dem Auftraggeber das technische und wirtschaftliche Risiko. Der Generalunternehmer führt wesentliche Teile der Leistungen (in der Regel die Rohbauarbeiten) selbst aus. Die übrigen Leistungen kann er an Nachunternehmer weiter vergeben. Grundlage für die Vergabe an einen Generalunternehmer ist mindestens die abgeschlossene Genehmigungsplanung. Fallweise werden auch weiterführende Planungsleistungen vom Generalunternehmer übernommen.

Totalunternehmer: Im Unterschied zum Generalunternehmer übernimmt der Totalunternehmer eigenverantwortlich neben sämtlichen Bauleistungen auch Planungsleistungen (z. T. auch die Genehmigungsplanung). Für den Auftraggeber bedeutet der Einsatz eines Totalunternehmers die weitest gehende Delegation von Aufgaben an einen einzigen Auftragnehmer.

Generalübernehmer / Totalübernehmer: Der General- bzw. Totalübernehmer übernimmt wie der General- bzw. Totalunternehmer sämtliche Ausführungs- und letzterer auch umfangreiche Planungsleistungen. Beide sind gegenüber dem Auftraggeber verantwortlich, vergeben jedoch alle Leistungen an Nachunternehmer. Damit verbleiben ihnen zentrale Bereiche der Planung und der Koordination.

Bauträger: Ein Bauträger ist ein Unternehmen, das in eigenem Namen und auf eigene Rechnung Gebäude auf einem ihm gehörenden Grundstück errichtet. Erst nach oder während der Errichtung des Gebäudes erfolgt die Veräußerung der Grundstücke, der Gebäude oder einzelner Gebäudeteile. D. h. das Bauträgerunternehmen ist gleichzeitig Bauherr. Der Bauträger erbringt keine eigene Bauleistung, häufig jedoch Planungsleistungen oder die örtliche Bauleitung.

4.3.3. Diskussion

Die beschriebenen Leistungsträger und Organisationsstrukturen zeigen unterschiedliche Möglichkeiten auf, wie die Leistungserstellung und die damit verbundenen Projektrisiken auf mehrere Projektbeteiligte verteilt werden können. So können zentrale Leistungserstellungs- und Managementprozesse sowohl innerhalb eines einzelnen Unternehmens ablaufen als auch über mehrere Projektbeteiligte verteilt werden. In der Baupraxis treten viele Variationen, wie eine Organisationseinheit in den Planungs- bzw. Ausführungsprozess eingebunden ist, auf. Somit sind auch der Prozessablauf und die Anzahl der Schnittstellen zwischen den Beteiligten ein Resultat der Aufbauorganisation.

Insbesondere bei der Konventionellen Organisation ist der Koordinierungsaufwand für den Bauherrn bzw. den Projektmanager am größten, da sämtliche Informationen zwischen den Leistungsträgern über ihn laufen müssen. Dieses kann zu Schnittstellenproblemen und Informationsverlusten führen. Das andere Extrem ist der Totalunternehmer, da hier sämtliche Prozesse unternehmensintern koordiniert werden können.

Dadurch werden Schnittstellen verringert, aber auch der Einfluss des Bauherrn wird auf ein Minimum reduziert. Zwischen diesen beiden Extremen bieten die anderen Organisationsstrukturen einen Kompromiss bezüglich Koordinationsaufwand und Einflussnahme durch den Bauherrn bzw. den Projektmanager.

Zu Beachten ist auch, dass eine Aufbauorganisation immer nur eine Momentaufnahme des Bauablaufs darstellt, da sie kontinuierlich den jeweiligen Projektgegebenheiten angepasst werden muss. D.h. die jeweilige Aufbauorganisation muss der Projektphase entsprechen. Während der Definitionsphase ist z.B. die Aufbauorganisation auf den Bauherrn und wenige Berater beschränkt. Bei etwa der Hälfte der Projektrealisierung ist der Kreis der Projektbeteiligten am größten und nimmt zum Ende hin wieder ab.

4.4. Projektstrukturplan

Der Projektstrukturplan gliedert das Gesamtprojekt in überschaubare Teilprojekte bis hin zu einzelnen Arbeitspaketen. Ziel der Projektstrukturierung ist die systematische Unterteilung des Gesamtprojekts in plan- und steuerbare Einheiten, denen Kosten, Termine und Verantwortlichkeiten zugeordnet werden können. Diese Gliederung kann entweder objektorientiert (nach Bauwerkstopologie und/oder Bauelementen) oder funktionsorientiert (nach Tätigkeiten) geschehen.

In der Praxis treten häufig Mischformen aus objektorientierter und funktionsorientierter Gliederung auf, da eine einseitige Gliederung des Bauprozesses Schnittstellenprobleme zwischen den beteiligten Partnern hervorrufen kann (Greiner et al. 2000). Erst durch die Aufstellung eines Projektstrukturplans ist es möglich einen konkreten Ablauf- und Terminplan für die einzelnen Aufgaben in einem Projekt zu erzeugen (für das Vorgehen zur Erstellung des Ablaufplans siehe Bauer 1995).

Nachfolgend werden funktionale und objektorientierte Projektstrukturpläne näher betrachtet und jeweils durch ein Beispiel verdeutlicht. Darüber hinaus werden zwei in der Baupraxis verwendete Ordnungssysteme zur Erstellung eines Projektstrukturplans vorgestellt.

4.4.1. Funktionaler Projektstrukturplan

Bei einem funktionalen Projektstrukturplan steht die Durchführung einer Tätigkeit im Vordergrund, d. h. das Gesamtprojekt wird, wie in Abbildung 4.6 dargestellt, in seine einzelnen Planungs-, Koordinations- und Ausführungsprozesse gegliedert. Hinter jedem dieser Prozesse steht wiederum ein Leistungsträger zur Durchführung der beschriebenen Tätigkeit.

Allgemeingültige Referenzinformationen zur Aufstellung eines funktionalen Projektstrukturplans werden zumeist in Standardleistungsverzeichnissen beschrieben. Bei Standardleistungsverzeichnissen handelt es sich um standardisierte Kataloge von

Textbausteinen zur Beschreibung von Bauleistungen. Ziel des Aufbaus von Standardleistungsverzeichnissen ist es, das Erstellen von individuellen Leistungsverzeichnissen zu erleichtern und zu beschleunigen. Jeder Textbaustein ist dabei in ein hierarchisch aufgebautes (Nummern-)system eingebunden und kann zumeist durch freie Textformulierungen ergänzt oder variiert werden.

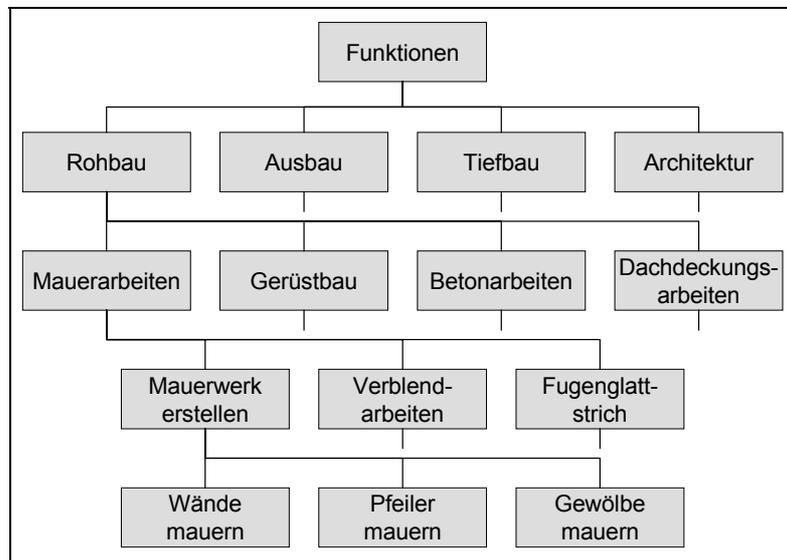


Abbildung 4.6: Beispiel für einen funktionsorientierten Projektstrukturplan

Von besonderer Bedeutung für das Bauwesen sind die Standardleistungsbücher und der Standardleistungskatalog. So enthält das Standardleistungsbuch für das Bauwesen (STLB) standardisierte Texte zur Beschreibung von Bauleistungen für Neubau, Instandhaltung und Sanierung. Das STLB wird vom GAEB (siehe Kapitel 4.6.2) aufgestellt und vom DIN herausgegeben. Die Beschreibung der Bauleistungen innerhalb des STLB erfolgt über eine vierstufige Taxonomie gegliedert in Leistungspakete⁴⁵, Leistungsbereiche⁴⁶, Leistung und Teilleistung.



Abbildung 4.7: Ausschnitt aus dem STLB

⁴⁵ Fachlich zusammengehörende Leistungsbereiche wie „Tiefbau“, „Rohbau“ oder „Ausbau“.

⁴⁶ Leistungen, die bei der Realisierung eines Projekts zur Ausführung kommen, werden nach ihrer Ausführungsart beschrieben und zu Leistungsbereichen zusammengefasst.

4.4.2. Objektorientierter Projektstrukturplan

Durch den objektorientierten Projektstrukturplan wird das Gesamtbauwerk solange in seine Bestandteile gegliedert, bis eine sinnvolle Zerlegung nicht mehr möglich ist. Diese Gliederung kann zum einen streng nach räumlichen Gesichtspunkten vollzogen werden; wobei auch von einem topologischen Projektstrukturplan gesprochen wird. Zum anderen kann das Gebäude nach Bauwerkselementen aufgeteilt werden. In einem solchen Fall wird auch von einem gewerkeorientierten Projektstrukturplan gesprochen (z. B. Rösel 1999). Häufig treten aber auch Kombinationen der beiden Ausprägungen des objektorientierten Projektstrukturplans auf, wie in Abbildung 4.8 dargestellt.

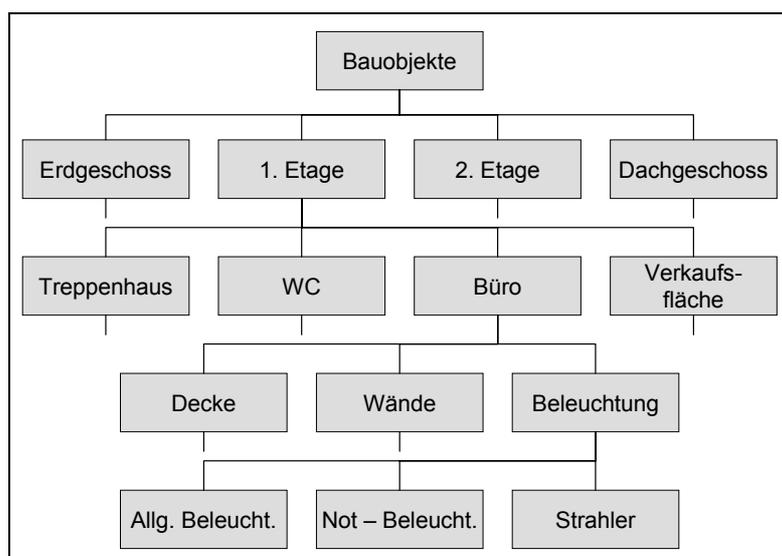


Abbildung 4.8: Beispiel für einen objektorientierten Projektstrukturplan

Eine mögliche Referenzbeschreibung für ein bauelementorientiertes Ordnungssystem für Hochbauten wird nach Kochendörfer et al. (2007) durch die DIN 276 „Kosten von Hochbauten“ gegeben (siehe unten). Für die Aufstellung eines topologischen Projektstrukturplans wiederum kann die von Produktmodellen (siehe Kapitel 4.6.1) vorgegebene Strukturierung übernommen werden.

In der Praxis hat sich für die Kostenplanung der Ansatz durchgesetzt, Kostensichten nach Gebäudeelementen zu bilden. Zu diesem Zweck wurde vom Deutschen Normungsausschuss die DIN 276 „Kosten im Hochbau“ (06/1993) herausgegeben. Die Norm enthält in der Tabelle 1 ein hierarchisch gegliedertes Ordnungssystem für eine bauelementorientierte Strukturierung. Die Gliederungsebenen sind, wie unten dargestellt, durch dreistellige Ordnungszahlen gekennzeichnet. Damit wurde eine einheitliche Systematik geschaffen, die es den Projektbeteiligten erlaubt, Kosten transparent, aktuell und vollständig zu berechnen und zu dokumentieren.

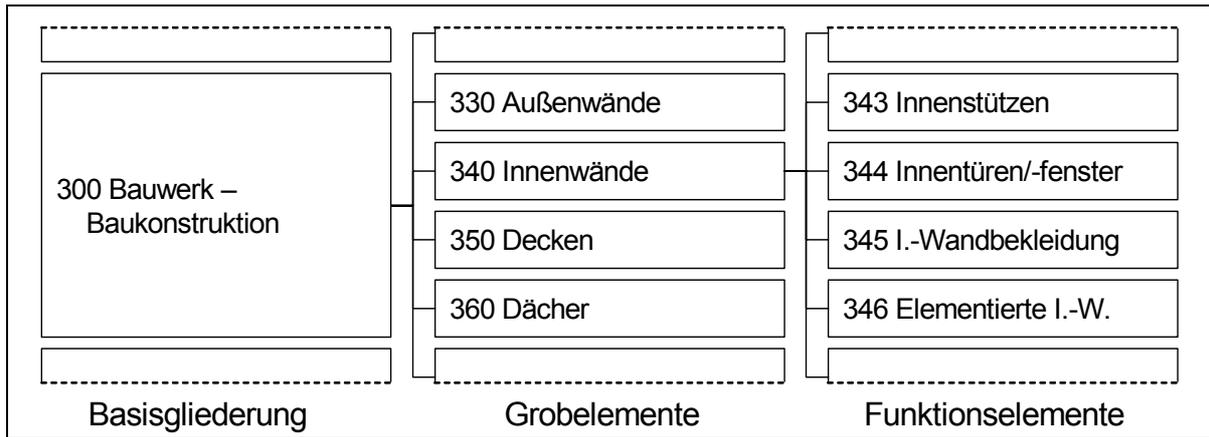


Abbildung 4.9: Ausschnitt aus der DIN 276 - Tabelle 1

4.5. Informationssysteme

Innerhalb der Lebenszyklusphasen eines Bauprojektes ist ein hohes Maß an Koordination und Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten erforderlich. Dabei entstehen in den zum Teil äußerst komplexen Planungs-, Ausführungs- und Betreiberprozessen eine Vielzahl unterschiedlicher Informationen, die erstellt, verarbeitet und dokumentiert werden müssen. Hierfür stehen den Projektbeteiligten neben den branchenunabhängigen Softwareanwendungen, wie Textverarbeitungs- und E-Mail-Programmen, auch zahlreiche bauspezifische Anwendungen zur Verfügung, wie Computer Aided Design (CAD) oder Statik- und Kalkulationsprogramme.

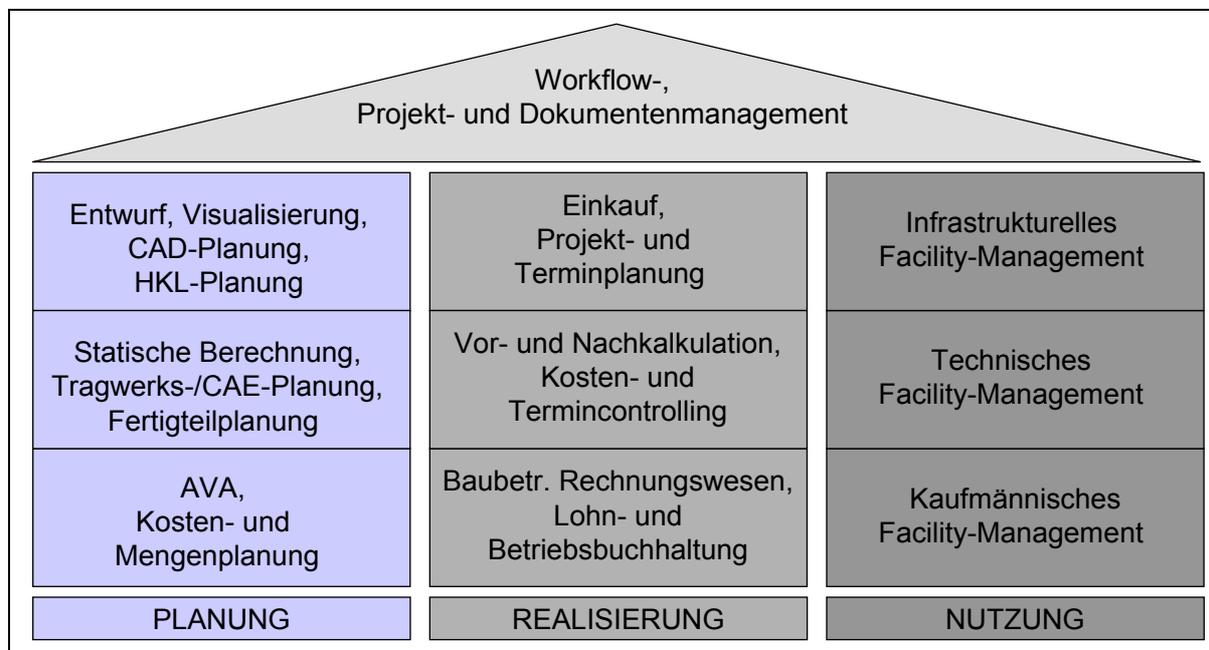


Abbildung 4.10: Mögliche Einsatzbereiche von Bausoftware

Das Angebot von Bausoftware orientiert sich dabei stark an den Lebenszyklusphasen Planung, Realisierung und Nutzung von Bauwerken. Neben Spezialanwendungen, die nur für eine spezifische Aufgabe entwickelt wurden, werden auch Anwendungen

eingesetzt, die mehrere Phasen und Funktionen eines Bauprojektes unterstützen (z. B. Dokumentenmanagementsysteme). Die Abbildung 4.10 gibt einen Überblick über die Bereiche, in welchen gegenwärtig Bausoftware angeboten und eingesetzt wird. Auf einige dieser Softwaresysteme wird im Folgenden näher eingegangen.

4.5.1. Entwurfs- und Konstruktionssoftware

CAD-Programme dienen dem Entwurf und der technischen Planung von Bauvorhaben. Viele CAD-Programme besitzen darüber hinaus noch weitere Funktionalitäten wie Rauminhalts- und Flächenberechnungen, Material- und Belastungsprüfungen sowie das Erstellen von Leistungsverzeichnissen. CAE⁴⁷-, Statik- oder FEM⁴⁸-Programme unterstützen die Durchführung statischer, bauphysikalischer und geotechnischer Berechnungen und Entwürfe während der Planung eines Bauwerks.

Bei den CAD-Programmen gab es in den letzten Jahren einen entscheidenden Wandel. Die Datenintegration erfolgt nicht mehr über Dokumente (einzelne Pläne oder Leistungsverzeichnisse), sondern über Bauteile. Im Zuge dieser Entwicklung wurden Modelle und zugehörige Schnittstellen geschaffen, um die Informationen eines Systems für ein anderes nutzbar zu machen. Dabei handelt es sich z. B. um Strukturen zum Austausch von Konstruktions- und Fertigungszeichnungen. Die notwendigen Schnittstellen werden über neutrale Produktmodelle wie STEP oder IFC (siehe Kapitel 4.6.1) realisiert.

4.5.2. AVA- und Kalkulationssoftware

Grundsätzlich kann zwischen der klassischen AVA (Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung) Software mit der Zielgruppe Architektur- und Ingenieurbüros und der Kalkulationssoftware mit der Zielgruppe Bauunternehmen unterschieden werden.

Die Grundfunktion der AVA-Software ist die Erstellung von Leistungsverzeichnissen. Darüber hinaus bietet sie im Allgemeinen Funktionen für die Mengenermittlung und Kostenverfolgung sowie Referenzkataloge mit allgemeinen Leistungsbeschreibungstexten und Kostenansätzen an. Durch die Erstellung eines Preisspiegels können Vergabeprozesse unterstützt werden. Die bidirektionale Anbindung der AVA-Software an CAD-Programme bzw. Produktmodelle erfolgt zurzeit nur durch individuelle Lösungen einzelner marktführender Softwarehäuser.

Zusätzlich zu den AVA- Funktionen bieten Kalkulationssysteme Möglichkeiten an, die ursprünglichen Bezugseinheiten weiter aufzuteilen und zu reorganisieren. Umfassende Kostenbanken ermöglichen die Belegung der Bezugseinheiten mit Kosten für Personal, Material, Maschinen usw.. Darüber hinaus können detaillierte Kosten-

⁴⁷ Computer Aided Engineering

⁴⁸ Finite-Element-Methode

prognosen, -anschläge und -feststellungen für selbst erbrachte Leistungen sowie die Leistungen der Nachunternehmerleistungen berechnet werden.

Alle gängigen AVA- und Kalkulationsprogramme unterstützen das standardisierte Datenformat GAEB (siehe Kapitel 4.6.2). Dadurch ist eine weitgehend elektronische Abwicklung der Ausschreibungs-, Vergabe- und Abrechnungsprozesse möglich.

4.5.3. Software zur Ablauf- und Terminplanung

Das Ziel der Ablauf- und Terminplanung in Bauprojekten besteht darin, alle Teilvorgänge der Planung und Realisierung in ihrem zeitlichen Ablauf im Einvernehmen mit den Beteiligten rechtzeitig festzulegen, zu koordinieren, in der Ausführung zu überwachen sowie die dafür notwendigen Entscheidungen einzuholen (Nagel 1998).

Für größere, kompliziertere Projekte ist der Aufbau eines mehrstufigen Planungssystems zweckmäßig. Damit wird vermieden, dass überdimensionierte, unübersichtliche Einzelpläne entstehen. In der Abbildung 4.11 ist ein dreistufiges Planungssystem nach Brandenberger & Ruosch (1996) dargestellt. Kernstück dieses Systems ist der Koordinationsnetzplan (Stufe 2) des Projektleiters, der einerseits zu einer Übersicht (Stufe 1) aggregiert und andererseits in Detailprogramme (Stufe 3) gegliedert werden kann. Andere Autoren wiederum (z. B. Kochendörfer et al. 2007 und Greiner et al. 2002) wählen einen vierstufigen Ansatz mit den Stufen: Rahmenterminplan, Generalablauf- bzw. Generalterminplan, Steuerungs- bzw. Grobterminplan und Detailterminplan.

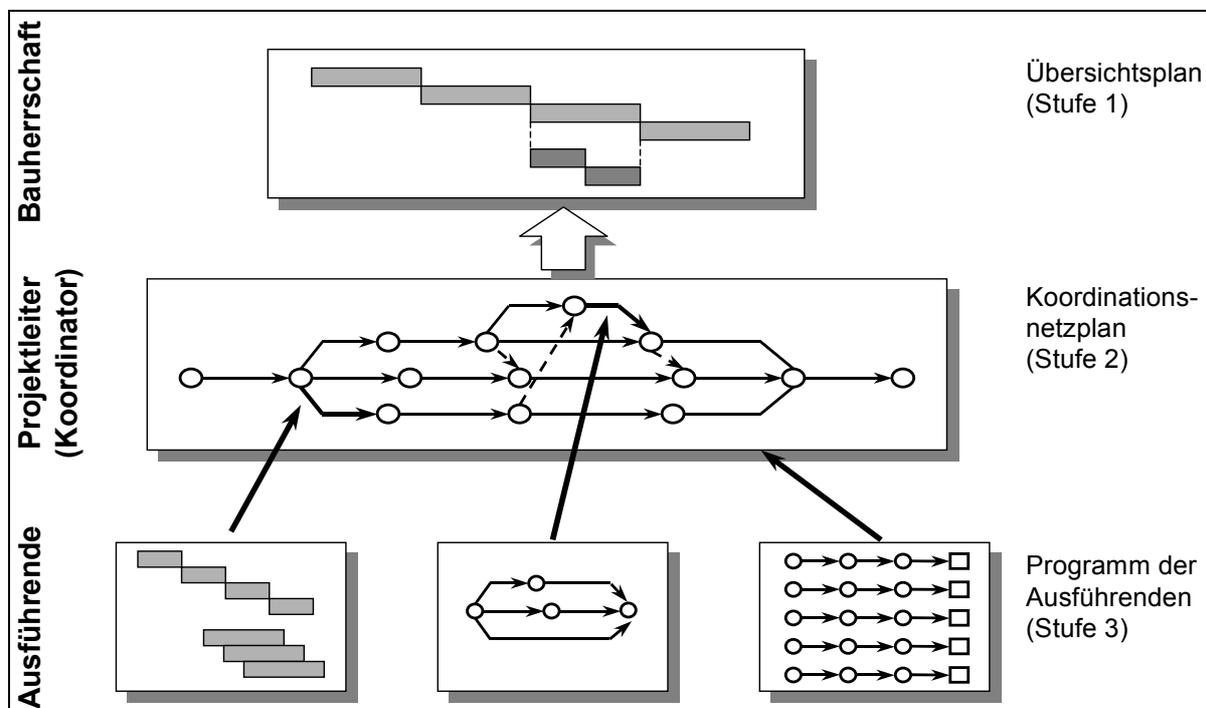


Abbildung 4.11: Dreistufiges Planungssystem (nach Brandenberger & Ruosch 1996)

Für die Darstellung der Terminpläne in den verschiedenen Stufen können unterschiedliche Darstellungsformen zum Einsatz kommen. Dabei haben sich insbesondere drei Darstellungsformen bewährt: Terminlisten, Balkenpläne und Netzpläne. Diese werden heutzutage fast ausschließlich unter Zuhilfenahme von EDV-Programmen erstellt, deren zentraler Bestandteil eine Datenbank ist, in der alle vorgangsspezifischen Daten gespeichert werden (Kochendörfer et al. 2007).

Terminlisten zeigen die wichtigsten Vorgänge mit ihren Terminen in Form einer Liste auf, in der die Vorgänge in der Regel nach aufsteigenden Terminen geordnet sind.

Balkenpläne sind die im Baubetrieb am weitesten verbreitete Form der Bauablaufplanung (Seeling 1996). Dabei werden die Vorgänge des Ablaufplans auf der senkrechten Achse aufgelistet und auf der waagerechten Achse die zeitliche Abwicklung dargestellt. In der Darstellung gibt es eine Vielzahl von Varianten, wie z. B. die Festlegung von Meilensteinen, die Anzeige des Bearbeitungsstandes und die Verknüpfung der einzelnen Vorgänge untereinander. Das Zeitraster kann je nach Schärfegrad der Ablaufplanung Tage, Wochen, Monate, Quartale oder Jahre sein.

Das Ziel von **Netzplänen** ist die Beschreibung der logischen Beziehungen zwischen den Vorgängen. Sie sind insbesondere für große Bauvorhaben mit vielen Einzelprozessen und vielfältigen Abhängigkeiten ein sinnvolles Planungsinstrument (Nagel 1998). Mit ihrer Hilfe können Termine, Kosten und Kapazitäten geplant, überwacht und gesteuert werden (Rinza 1998). Durch Netzpläne lassen sich eine Vielzahl unterschiedlicher Abhängigkeiten erfassen und es können mögliche Pufferzeiten und der kritische Weg berechnet werden. In der Baupraxis hat sich insbesondere das Netzplanverfahren der Vorgangskontennetze⁴⁹ durchgesetzt (Fleischmann 1997). Die Darstellung eines Netzplans erfolgt in der Regel in der Form eines Balkenplans oder als Terminliste.

4.5.4. Dokumentenmanagementsysteme

Die Anforderungen an Dokumentenmanagementsysteme (DMS) im Bauwesen sind vielfältig und beinhalten die Erfassung, Erzeugung, Verwaltung, Bearbeitung und Archivierung von Zeichnungen, Dokumenten und Unterlagen. Während eines Projektes müssen die Inhalte der Dokumente in einem freien Informationsfluss zwischen allen Projektbeteiligten ausgetauscht werden können. Um Dokumente in Dokumentenmanagementsystemen übersichtlich verwalten und suchen zu können, müssen die Dokumente strukturiert abgelegt werden. Dabei können thematische, inhaltliche und projektbezogene Strukturierungen maßgeblich werden. Darüber hinaus können zwischen den Dokumenten Abhängigkeiten abgebildet werden. Außerdem ist eine sichere Versionskontrolle und Zugriffsverwaltung zur Sicherstellung der Konsistenz und Integrität der Daten erforderlich.

⁴⁹ Zur Anwendung von Vorgangsknotennetze in Bauprojekten siehe Seeling (1996).

Für den effizienten Einsatz eines DMS sollten möglichst viele standardisierte Schnittstellen zu anderen IT-Lösungen wie CAD-Programmen und Textverarbeitungsprogrammen bereitgestellt werden. Dazu gehört beispielsweise, dass die verwalteten Dateien im entsprechenden CAD-System geöffnet und Änderungen sofort in die Dokumentenverwaltung übernommen werden können. Auch Viewer- und Redlining-Lösungen sowie vordefinierte Planläufe mit festgelegten Terminen und Aufgaben können den Austausch von CAD-Daten zwischen den Projektpartnern unterstützen. Zum Austausch von Produktdaten werden im verstärkten Maße auch standardisierte Sprachen wie STEP und XML verwendet.

In den letzten Jahren standen die DMS-Entwicklungen unter dem starken Einfluss der Internet-Technologie. Fast alle DMS-Lösungsanbieter haben inzwischen Web-Clients im Angebot, mit welchen Informationen und Daten aktuell sowie ort- und zeitunabhängig recherchiert und abgerufen werden können. Dadurch haben sich die Dokumentenmanagementsysteme den Projektkommunikationssystemen (siehe nachfolgendes Kapitel) angenähert bzw. sind deren Bestandteil geworden. Eine eindeutige Trennung zwischen den beiden Systemen ist daher häufig nicht mehr möglich.

4.5.5. Bauportale

Ein Bauportal ist eine baubereichenspezifische Umsetzung eines Webportals⁵⁰. Das Ziel von Bauportalen ist insbesondere die Bereitstellung von Informationen, die Verbesserung der Kommunikation aller Projektbeteiligten, die Vereinfachung von Geschäftsprozessen und damit die Verkürzung der Bauzeit. Das Spektrum der Bauportale reicht von der einfachen Suchfunktion in Regelwerken über Systeme zur Ausschreibung von Bauleistungen bis hin zum komplexen Projektkommunikationssystem. Nachfolgend werden einige Ausprägungen von Bauportalen vorgestellt.

Content-Portale

In Content-Portalen (ein anderer gebräuchlicher Begriff ist Wissensdatenbank) werden umfangreiche Regelwerke wie die HOAI, die VOB oder das STLB publiziert. Die permanente Informationsaktualisierung wird vom Dienstleister gewährleistet. Der Nutzer erhält damit die Garantie, dass er immer auf aktuelle Informationen zurückgreift. Der Vorteil von Content-Portalen ist der riesige verfügbare Wissenspool an strukturiert abgelegten Informationen, welche anhand komplexer Anfragen ausgewertet werden können. Der Zugriff durch den Nutzer ist nur auf das Leserecht beschränkt. Daten zu ändern oder hinzuzufügen, obliegt dem Betreiber des Portals.

⁵⁰ Nach Schulz (2001) ist ein Webportal „eine personalisierte Homepage, mit einer inhaltlich wie auch visuell benutzerspezifischen, konfigurierbaren, übersichtsartigen Darstellung von Informationen beliebiger und unterschiedlichster Quellen, die eine einfache Navigation und einen direkten Zugriff auf die zugrunde liegenden Daten erlaubt.“

Ein Beispiel für ein Content-Portal für die Bauindustrie ist das Internet Portal des DIN („www.din-bauportal.de“). Das Portal bietet gegen Entgelt den Zugriff auf Informationen wie die VOB, das STLB-Bau, Baunormen und Rechtsvorschriften.

Ausschreibungsportale

Ausschreibungsportale bieten dem Ausschreibenden von Bauleistungen die Möglichkeit, die Ausschreibungstexte und alle zugehörigen Unterlagen in einer Datenbank abzulegen. Auf die Ausschreibung können alle Interessierten zugreifen und die für sie notwendigen Informationen herunterladen, bearbeiten und wieder in die Datenbank einstellen. Die eingegangenen Angebote kann der Ausschreibende dann auf sein EDV-System übertragen und dort bearbeiten. Durch die im Wesentlichen automatisierten Abläufe des Dokumentenaustauschs können Ausschreibungsportale im Schnittbereich zwischen Dokumentenmanagement und Workflow-Management eingeordnet werden (Korn 2004).

Durch den Gebrauch von Ausschreibungsportalen wird der Ausschreibungsprozess vereinfacht und damit der Zeitbedarf reduziert. Es erfolgt eine Minimierung von Übertragungsfehlern und die wiederholte Eingabe von Daten wird vermieden. Es gibt eine bessere Entscheidungsbasis, da die Auswahl und Reichweite der Informationen zunimmt. Meist ist die Verwendung von Ausschreibungsportalen mit Gebühren belegt.

Ein Beispiel für ein Ausschreibungsportal ist das Bundesausschreibungsblatt unter „www.deutsches-ausschreibungsblatt.de“. Dort können nationale und internationale Ausschreibungen abgerufen werden.

Hersteller- und Handelsportale

Hersteller und Zulieferer bieten in so genannten Hersteller- oder Handelsportalen umfangreiche Datenbanken mit Beschreibungen, technischen Daten, CAD-Zeichnungen und Ausschreibungstexten von Bauprodukten an. Über ein solches Portal erhalten die Planer oder Kunden Zugriff auf die Produktdatenbank des Händlers bzw. Herstellers und können so auf alle Produktinformationen inklusive Preise, Verfügbarkeit und Lieferfristen zugreifen. Wesentliche Vorteile entstehen durch die Anbindung an ERP⁵¹-Systeme der Bauunternehmen, die damit eine durchgehende Informationskette ohne Medienbrüche und Datenverluste realisieren können.

Ein Beispiel für ein Herstellerportal ist „www.ausschreiben.de“. Dieses Portal stellt für den Download von Ausschreibungstexten alle gängigen Datenformate (GAEB, HTML und XML) zur Verfügung und enthält für viele Positionen auch den Schätzpreis, Bilder und Skizzen.

⁵¹ Enterprise-Ressource-Planning bezeichnet die Aufgabe, die in einem Unternehmen vorhandenen Ressourcen wie Kapital, Betriebsmittel oder Personal möglichst effizient zu planen. ERP-Prozesse werden häufig durch ERP-Softwaresysteme unterstützt.

Projektkommunikationssysteme

Projektkommunikationssysteme⁵² (PKS) sind Kooperationsplattformen, welche die Durchführung von Bauprojekten und die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten unterstützen. Sie stellen den zielgerichteten Informationsfluss innerhalb des Projektes sicher. PKS basieren auf den Methoden des CSCW und der Groupware und unterstützen somit insbesondere die unternehmensübergreifende Projektorganisation.

PKS sind so konzipiert, dass ein Virtuelles Unternehmen die Möglichkeit erhält, auf einem Server im Internet alle zu einem bestimmten Bauvorhaben gehörenden Daten strukturiert abzulegen. Abhängig von den Zugriffsrechten des jeweiligen Benutzers können Daten eingesehen und verändert werden. Nach der Fertigstellung des Bauwerkes können die notwendigen Daten in das Facility Management überführt werden. Mögliche Funktionalitäten von PKS im Bauwesen sind: Dokumentenmanagement, Reprographienmanagement, Bautagebuch, Mängelmanagement, Workflowmanagement, Termin- und Kostenverwaltung und Kommunikationsunterstützung.

Ein großer Vorteil eines PKS ist die genaue Dokumentation des Projektgeschehens für die bessere Nachvollziehbarkeit von Arbeitsabläufen. Die Arbeitsabläufe werden außerdem standardisiert und damit möglichst redundanzfrei geplant. Die Bewältigung von unternehmensübergreifenden Aufgaben lässt sich so beschleunigen. Auf aktuelle Informationen kann zielgerichtet zugegriffen werden, wodurch nachträglich in das Projekt einsteigende Partner sich schnell und ausführlich über den Projektstand informieren können. Die gesteigerte Transparenz und ein verbesserter Informationsfluss bewirken eine Fehlerreduzierung und eine bessere Zuweisung von Verantwortlichkeiten.

Der deutsche Markt für PKS hat in der jüngsten Vergangenheit deutliche Veränderungen durchlebt. Von den ursprünglich vorhandenen Anbietern haben sich einige vom deutschen Markt zurückgezogen oder sind Kooperationen eingegangen. Korn (2004) stellt eine Liste von Anbieter zusammen.

4.5.6. Computer Aided Facility Management Software

Die Hauptaufgabe einer Computer Aided Facility Management (CAFM) Software ist es, das Gebäudemanagement während der Nutzungsphase einer Liegenschaft zu unterstützen. Hierfür können die bei der Planung entstandenen Gebäudedaten als Grundlage herangezogen werden. Nävy (2000) unterscheidet zwischen drei unterschiedlichen Systemansätzen für eine CAFM-Software:

- Kopplung zwischen CAD-System und Datenbank → Führung CAD-System,
- Kopplung zwischen Datenbank und CAD-System → Führung Datenbank-System,

⁵² Andere Bezeichnungen sind z. B. internetbasiertes Projektkommunikationssystem, Projektmanagement-Informationssystem oder internetbasiertes Projektmanagementsystem.

- Integratives CAFM-Programm mit einheitlicher Benutzeroberfläche und objekt-orientierten Datenbank/CAD-Systemen.

Die Kopplung des CAD-Systems mit einer Datenbank ermöglicht die bidirektionale Bearbeitung der Datenbestände. D. h. bei einer visuellen Veränderung in der CAD-Zeichnung (z. B. dem verschieben von Objekten in einen anderen Raum) werden die Informationen in der Datenbank automatisch abgeglichen (das Objekt wird dem neuen Raum zugeordnet). Dementsprechend wird bei einer Änderung in der Datenbank die graphische Oberfläche angepasst.

Neben der Datenbank und der CAD-Software können in ein CAFM-System noch Zusatzsysteme, auch FM-Module genannt, integriert werden. Diese Module unterstützen die unterschiedlichen Aufgabenbereiche des kaufmännischen, technischen und infrastrukturellen Gebäudemanagements, wie z. B. die Vertragsverwaltung, das Umzugsmanagement und die Telefonverwaltung.

4.6. Informationsaustausch und Datenstrukturen

Häufig ist es nicht möglich eine stricte Trennung zwischen den beschriebenen Informationssystemen vorzunehmen, da sich viele Funktionalitäten überschneiden. So gibt es insbesondere bei den Projektkommunikationssystemen und den Dokumentenmanagementsystemen viele Gemeinsamkeiten. Aber auch zwischen den anderen Systemen zur Unterstützung der Planung, Realisierung und Nutzung von Bauwerken existieren fließende Übergänge.

Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, wurden in den letzten Jahren eine Reihe von herstellerneutralen Modellen und Austauschformaten für Bauprojektinformationen entwickelt. Während bisher bei der Entwicklung von Bausoftware die Unterstützung der Dokumentenerstellung im Zentrum stand (etwa ein Leistungsverzeichnis für sich oder einen Plan für sich), hat sich nun die Erkenntnis durchgesetzt, dass Datenintegration letztendlich nicht über Dokumente, sondern über Bauteile erfolgen muss. Dieser Übergang vom traditionellen Datenaustausch hin zum Einsatz rechnerunterstützter, integrierter Projektinformationsumgebungen kann durch folgende vier Stufen des Informationsaustausches in Bauprojekten verdeutlicht werden:

1. Die klassische Form des Informationsaustausches basierte auf analogen Daten, die auf traditionellen Datenträgern (Papier) erstellt und weitergegeben wurden.
2. Mit der Einführung von IT-Systemen (CAD und FEM) zum rechnergestützten Entwerfen und Konstruieren änderten sich zunächst die Methoden zur Erstellung der Projektinformationen. Die Kommunikation erfolgte weiterhin auf konventionellem Wege, indem die Informationen ausgedruckt und übergeben wurden.
3. In der dritten Stufe werden die Daten in digitaler Form übergeben. Der direkte CAD-Datenaustausch kann über das „native Format“ erfolgen, sofern Sender und

Empfänger die gleiche CAD-Software nutzen oder gemeinsame Datenschnittstellen unterstützen.

- Über den reinen Informationsaustausch hinaus geht die vierte Stufe, in der unterschiedliche Anwendungssysteme integriert an einem in einem Server abgebildeten Produktmodell arbeiten. Eine derartige Architektur unterstützt die Wertenutzung der Daten über den gesamten Bauwerkslebenszyklus. Dabei ermöglichen z. B. Bauteile die Integration von CAD- und AVA-Systemen indem aus den Katalogen der AVA die qualitativen Beschreibungen beigesteuert werden, die mit einem Bauteil verbunden sind. Das CAD seinerseits trägt Mengen und weitere Attribute bei.

Nachfolgend werden im Bauwesen gängige Datenstandards für die Modellierung und den Austausch von graphischen und bauteilbezogenen Informationen sowie zur Unterstützung von Ausschreibungs-, Vergabe- und Abrechnungsprozessen vorgestellt.

4.6.1. Datenstandards für graphische und bauteilbezogene Informationen

Für den Austausch von geometrischen Basisdaten hat sich insbesondere das DXF (Drawing Exchange Format) der Firma Autodesk⁵³ als Quasistandard durchgesetzt. Es eignet sich in erster Linie dazu, zwei- oder dreidimensionale Modelle in andere CAD-Programme zu übernehmen. Informationen über Gebäudeelemente mit fachspezifischen Attributen können in der Regel nicht ausgetauscht werden. DXF wird von nahezu jedem CAD-Programm unterstützt.

Das DWG⁵⁴-Format wurde im Gegensatz zum DXF mit neuen Versionen von AutoCAD laufend weiterentwickelt und bietet dadurch einen größeren Informationsgehalt, wie z. B. grafische und fachspezifische Attribute, an. Das DWG-Format ist nur ein Beispiel für ein herstellereigenes Dateiformat. Andere CAD Hersteller wie Nemetschek, Bentley oder Graphisoft haben ihr eigenes Dateiformat.

Um die Probleme beim Datenaustausch zwischen unterschiedlichen CAD und anderen Anwendungssystemen zu überwinden werden neutrale Produktmodelle eingesetzt. Zwei Vertreter für Produktmodelle im Bauwesen sind das STEP und die IFC.

Standard for the Exchange of Product model data - STEP

STEP ist ein internationaler Standard (ISO 10303) der seit 1984 von Mitgliedern aus 25 Ländern entwickelt wird. Dieser Standard stellt ein herstellerneutrales 3D-Austauschformat für Produktdaten zwischen unterschiedlichen CAD-Systemen dar. Dadurch wird der CAD Datenaustausch unabhängig von Betriebssystem, Hard- und

⁵³ Hersteller des CAD-Systems AutoCAD

⁵⁴ Das Kürzel steht für DraWinG

Software ermöglicht. Der Datenaustausch mit STEP basiert auf dem sequentiellen Dateiformat „Step Physical File Format“.

STEP enthält neben den eigentlichen Modellen zur Beschreibung von Produktdaten auch Beschreibungsmethoden, Implementierungsmethoden sowie Methoden zum Konformitätstest. Es kann als ein Baukasten aufgefasst werden, mit dem anwendungsspezifische Produktdatenmodelle unter Verwendung von Grundbausteinen nach definierten Regeln und genormten Methoden beschrieben werden. Die Basismodelle „Integrated Resources“ bilden die Grundlage für alle weiteren darauf aufbauenden Datenmodelle im Rahmen von STEP.

Durch STEP werden unterschiedliche Industriebereiche unterstützt. Für das Bauwesen gibt es z. B. das Applikations-Protokoll 225 „Building Elements Using Explicit Shape Representation“. Es erfasst sämtliche Informationen zur Darstellung komplexer räumlicher Gebäudemodelle vom Rohbau bis zum schlüsselfertigen Gebäude, und kann damit praktisch in allen Phasen der Planung, Realisierung, Nutzung und Umplanung von Bauwerken eingesetzt werden (Geiger 2001).

Eine besondere Ausprägung für das Bauwesen ist das STEP-CDS⁵⁵. Diese Schnittstelle kann neben 2D-Geometrie-Daten zusätzlich die Zeichnungsstruktur (Modelle, Layer, Gruppen usw.), administrative Daten und Produktdaten (Kodierung, Version, Produktbeschreibung usw.), Bemaßung (explizit und assoziativ), Layoutdaten (Fonts, Farben, Schraffur usw.) und Referenzen zu externen Dokumenten übertragen.

Industry Foundation Classes - IFC

Die Industrie Allianz für Interoperabilität (IAI) ist ein gemeinnütziges Bündnis für das Bauwesen, das 1995 in den USA gegründet wurde. Ziel ist es, die unterschiedlichen Teilaspekte der Bauindustrie zu integrieren und in einem Datenmodell zusammenzuführen. Die IAI hat dafür ein gemeinsames Klassenmodell für die Beschreibung von allen relevanten Objekten des Bauwerks definiert, die so genannte Industry Foundation Classes (IFC, ISO 16739). Das IFC-Klassenmodell entspricht mit seinen Basisdaten weitgehend dem STEP-Standard. Die derzeit aktuelle Version ist IFC2x Edition 2⁵⁶ (kurz IFC2x2).

Das Hauptunterscheidungsmerkmal der IFC im Vergleich zu den Datenformaten DXF bzw. DWG ist, dass mit Bauobjekten (wie Wand, Stützen und Öffnungen) statt mit Geometrieelementen (wie Rechteck, Zylinder und Würfel) operiert wird. Neben den Bauobjekten werden auch nicht geometrische Daten wie die Bauwerkstopologie, Planungs- und Ausführungsprozesse, beteiligte Personen und installierte Haustechnik unterstützt. Für die Disziplinen Architektur, Haustechnik und Tragwerksplanung, ist der Beschreibungsumfang der IFC am weitesten fortgeschritten (Geiger 2001).

⁵⁵ Construction Drawing Subset

⁵⁶ Vorgestellt am 14.05.2003

Ein großer Vorteil der IFC liegt in der objekt- und relationenorientierten Modellierung. Hierzu gehören die Identifizierung von Objekten und die Definition von eigenständigen Beziehungen. Diesem stehen aber nach König (2004) auch einige Nachteile gegenüber. So wird durch die IFC im Wesentlichen nur ein Datenmodell ohne Funktionen und mit sehr wenigen Konsistenzprüfungen zur Verfügung gestellt, wodurch inkorrekte Datenmodelle für Bauwerke definiert werden können. Außerdem werden gegenwärtig nur wenige Konzepte der IFC durch Softwareanwendungen unterstützt. Dabei handelt es sich überwiegend um Informationen zur Geometrie, ohne Bauteile als Objekte oder Relationen zwischen Objekten zu definieren.

4.6.2. Datenstandards für Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung

Die Regelungen des Gemeinsamen Ausschusses Elektronik im Bauwesen (GAEB) definieren sowohl Dokumentenstrukturen und -inhalte als auch Prozesse zum Austausch von Bauinformationen im Rahmen der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung. Der Datenaustausch mit Hilfe des GAEB-Formates ist inzwischen die standardisierte branchenspezifische Grundlage und wird von allen gängigen AVA- und Kalkulationssystemen unterstützt, wodurch zahlreiche Geschäftsprozesse EDV-gestützt abgewickelt werden können, ohne dass eine erneute Dateneingabe erforderlich ist (Kochendörfer et al. 2007).

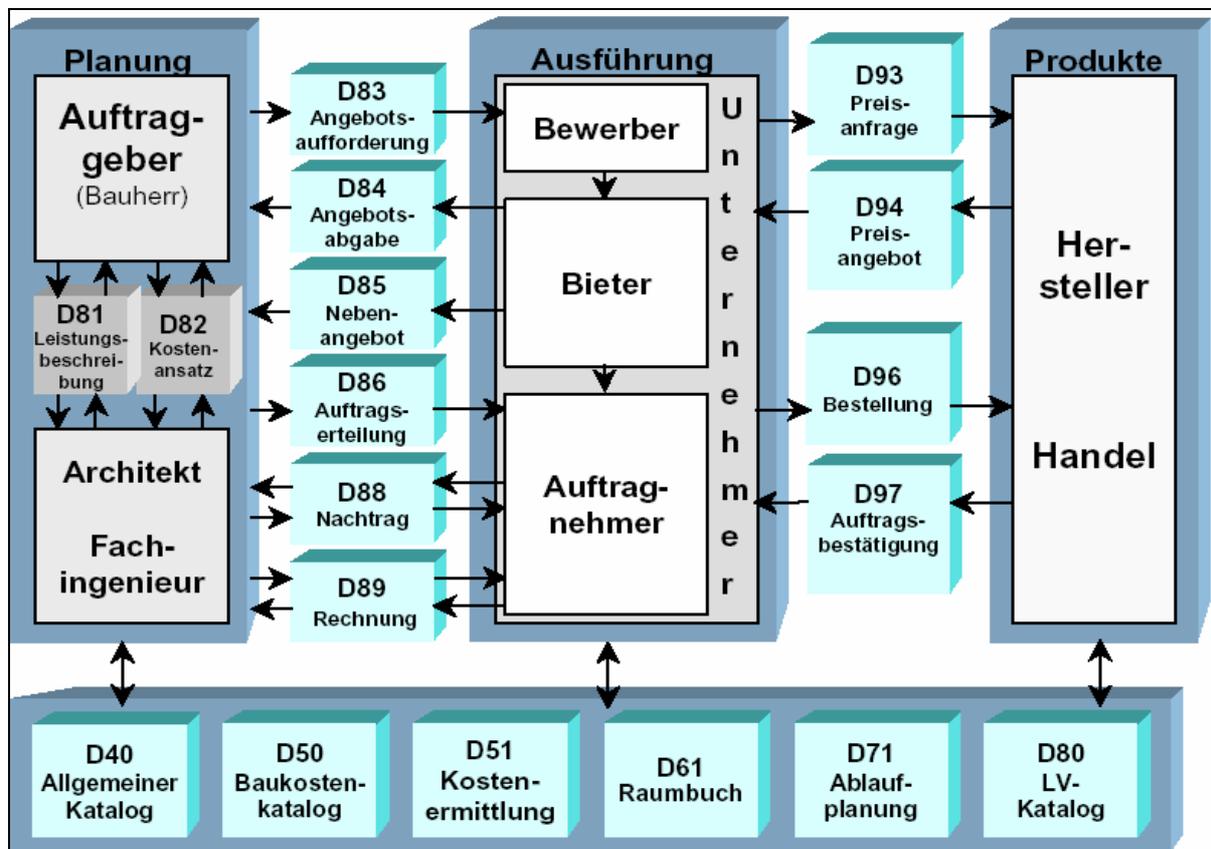


Abbildung 4.12: Datenaustauschphasen nach GAEB DA XML (GAEB 2000)

Die aktuelle Version ist GAEB DA XML Version 3.0 (seit Juli 2004). Diese ermöglicht neben dem Austausch von Leistungsverzeichnissen zwischen Auftraggeber und Bieter/Auftragnehmer auch den Austausch von Katalogen, Bestellungen, Rechnungen, Informationen zur Ablaufplanung, Kostenelementen und Raum- und Bauteilinformationen. Darüber hinaus ist der Austausch von Informationen mit Herstellern und Handel möglich. Der GAEB-Datenaustausch gliedert sich in mehrere Datenaustauschphasen, welche in Abbildung 4.12 dargestellt sind.

4.7. Interdependenzen der Informationen des Projektrahmens

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die baubereichenspezifischen Fachmodelle und Fachinformationen für das Bauprojektmanagement isoliert voneinander betrachtet und beschrieben. Für eine umfassende Spezifikation des Projektrahmens in einem Bauprojekt ist es aber nach Kochendörfer et al. (2007) erforderlich, die Zusammenhänge der einzelnen Teildisziplinen zu einem Gesamtsystem zusammenzuführen. Er schlägt daher vor, die analytische Betrachtung des Bauprojektes, d. h. die isolierte Modellierung der einzelnen Elemente eines Systems, um einen systemischen Ansatz zu erweitern.

Der systemische Ansatz konzentriert sich dabei auf die Interdependenzen zwischen den Elementen in einem System. Das so entstehende Beziehungsgeflecht stellt auf natürliche oder künstliche Weise eine Ordnung im Gesamtsystem her, welche wiederum in einem Modell abgebildet werden kann. Ein Beispiel wäre die Verwendung des Informationssystems „Bauportal“ in der Phase „Ausschreibung“ durch den Leistungsträger „Architekt“.

Diese und weitere Interdependenzen sind in der Initialisierungsphase einer Bauprojekt-kooperation festzulegen. D. h. es sind die Abhängigkeiten zwischen *Ablauforganisation*, *Leistungsträger*, *Organisationsstruktur*, *funktionsorientierter* und *objektorientierter Projektstruktur*, *Informationssystemen* und *Informationsinhalt* zu definieren und zu modellieren. Insgesamt können folgende Beziehungen identifiziert werden:

- Die *Projektstruktur*, die *Aufbauorganisation* und die eingesetzten *Informationssysteme* können sich mit jeder neuen Phase der *Ablauforganisation* ändern.
- Die Aufgaben des *funktionsorientierten Projektstrukturplans* werden für die verschiedenen Elemente des *objektorientierten Projektstrukturplans* ausgeführt.
- Die beteiligten Unternehmen der *Organisationsstruktur* treten als ein oder mehrere *Leistungsträger* auf und sind verantwortlich für unterschiedliche Funktionen und Objekte der *Projektstruktur*.
- *Leistungsträger* führen Funktionen der *Projektstruktur* aus und haben unterschiedliche Zugriffsrechte auf die *Informationssysteme*.

- *Informationen* können der Auslöser und das Ergebnis von Funktionen der *Projektstruktur* sein und sie werden durch unterschiedliche *Informationssysteme* verarbeitet bzw. verwaltet.

Die Beschreibung dieser mehrdimensionalen Interdependenzen erfolgt in den meisten Bauprojekten nur in Teilbereichen oder auf informaler Basis. Um diese Informationen jedoch zur Modellierung und Ausführung von Geschäftsprozessen in einer unternehmensübergreifenden Kooperation nutzen zu können, ist eine Formalisierung der wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Fachmodellen und Fachinformationen in einem Modell des Gesamtsystems notwendig. Dieses wird im nachfolgenden Kapitel durch die Entwicklung eines branchenspezifischen Frameworks zur Initialisierung von Bau-Netzwerken realisiert. Mit Hilfe des Frameworks können die für eine kooperative Zusammenarbeit in einem Bauprojekt notwendigen Randbedingungen instanziiert werden.

5. Entwicklung eines branchenspezifischen Frameworks zur Initialisierung von Bau-Netzwerken

In der Phase der Initialisierung erfolgt die Definition der Kooperationsrandbedingungen für die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in einem Bauprojekt. Dieser Vorgang soll durch die Entwicklung eines branchenspezifischen Frameworks unterstützt werden. Mit Hilfe des Frameworks kann ein Bauprojekt entsprechend den individuellen Anforderungen der Kooperationspartner computergestützt initialisiert werden. Das Ergebnis ist eine projektspezifische Bau-Netzwerk-Instanz der ein Bau-Netzwerk-Schema zu Grunde liegt. Für die Entwicklung des Bau-Netzwerk-Schemas, werden die in Kapitel 4 identifizierten baubranchenspezifischen Fachmodelle und Informationen in einem Gesamtmodell zusammengeführt. Der Ablauf zur Initialisierung eines Bau-Netzwerks wird durch ein Vorgehensmodell gesteuert und in einem Framework-Editor umgesetzt.

5.1. Zielsetzung und Anforderungen

Im Lebenszyklus Virtueller Unternehmen (vgl. Kapitel 3.1.1) erfolgt nach der Identifikation der Geschäftsfelder die Initialisierungsphase. D. h. bevor mit der operativen Phase in einem Bauprojekte begonnen werden kann, sind zunächst die globalen Randbedingungen für die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit der Projektbeteiligten festzulegen.

In diesem Kapitel wird auf Möglichkeiten zur Unterstützung der Initialisierung einer Bauprojektkooperation eingegangen. Dabei sind weniger die Vertragsverhandlungen⁵⁷ Gegenstand der Untersuchung, sondern die Identifikation und Definition notwendiger Kooperationsrandbedingungen des Gesamtprojektes. Dieser Vorgang soll durch ein branchenspezifisches Framework zur Initialisierung von Kooperationsnetzwerken in Bauprojekten - im weiteren Verlauf der Arbeit *Bau-Netzwerk* genannt - unterstützt werden. Ziel des Frameworks ist es, die Initialisierung eines Virtuellen Unternehmens für ein Bauprojekt zu formalisieren und informationstechnisch umzusetzen.

Tabelle 5.1 zeigt die im Projekt iCSS (vgl. Keller & Scherer 2003) entwickelte Zuordnung von Kooperationen im Bauwesen zu den in Kapitel 3.1.1 identifizierten Differenzierungsmerkmalen für Virtuelle Unternehmen.

⁵⁷ Ansätze hierfür wurden z. B. im Projekt iCSS entwickelt.

Dauer	Teilnahme	Organisationsstruktur
<input checked="" type="checkbox"/> Projekt Kooperation <input type="checkbox"/> Langfristige Allianz	<input type="checkbox"/> Einzel-Allianz <input checked="" type="checkbox"/> Mehrfach-Allianzen	<input type="checkbox"/> Supply Chain <input checked="" type="checkbox"/> Stern-Struktur <input checked="" type="checkbox"/> Peer-to-Peer Kooperation
Topologie	Informationstiefe	
<input checked="" type="checkbox"/> Variable Strukturen <input type="checkbox"/> Feste Strukturen	<input type="checkbox"/> Einfach <input checked="" type="checkbox"/> Mehrfach	

Tabelle 5.1: Zuordnung von Kooperationen im Bauwesen zu den Differenzierungsmerkmalen Virtueller Unternehmen (nach Keller & Scherer 2003)

Mit Hilfe dieser Klassifizierung lassen sich grundsätzliche Anforderungen an die Modellierung der unternehmensübergreifenden Randbedingungen von Bau-Netzwerken ableiten. Im Wesentlichen lässt sich feststellen,

- dass ein Bau-Netzwerk projektbezogen einzurichten ist. Dieses hat zur Folge, dass in jedem neuen Projekt die Randbedingungen, wie beispielsweise die IT-Infrastruktur, neu zu spezifizieren sind.
- dass neue Partner leicht in das Netzwerk integrierbar sein müssen. Dieses kann z. B. durch die Nutzung branchenspezifischer Standards und einer flexiblen IT-Architektur unterstützt werden.
- dass die Teilnahme an mehreren Allianzen gleichzeitig möglich sein muss. Auch hierfür sind branchenspezifische Standards und flexible IT-Architekturen sinnvoll.
- dass jeder Partner einen Überblick über die für ihn notwendigen Informationen des Gesamtprojektes erhalten sollte.
- dass unterschiedliche Organisationsstrukturen möglich sind. Dieses erfordert ein flexibles Vorgehensmodell zur Steuerung der Initialisierung des Bau-Netzwerks.

5.2. Basiskonzept des Frameworks

Ausgehend von den beschriebenen Anforderungen an die Initialisierung eines Bau-Netzwerks wird zunächst ein Basiskonzept für das branchenspezifische Framework entwickelt. Eine detaillierte Beschreibung der Bestandteile des Frameworks erfolgt in den anschließenden Kapiteln. Vorab werden die wichtigsten Begriffe definiert.

5.2.1. Definitionen

Definition 5.1 Bau-Netzwerk: *In einem Bau-Netzwerk werden die unternehmensübergreifenden Randbedingungen für ein Kooperationsnetzwerk in einem Bau-projekt beschrieben. Es regelt die partnerschaftliche Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen in einem Bauprojekt.*

Definition 5.2 Branchenspezifisches Framework: *„Ein Framework (deutsch: Rahmenwerk bzw. Klassenrahmen) ist ein anpassbares oder erweiterbares System*

kooperierender Klassen, die einen wiederverwendbaren Entwurf für einen bestimmten Anwendungsbereich implementieren“ (Balzer 2000). Das (bau-)branchenspezifische Framework ist ein Rahmenwerk zur Unterstützung der Initialisierung eines Bau-Netzwerks.

Definition 5.3 Bau-Netzwerk-Schema: Ein Schema ist in der Informatik ein formales Modell der Struktur von Daten. In einem Bau-Netzwerk-Schema werden die zur Beschreibung eines Bau-Netzwerks notwendigen Konzepte, Konzepteigenschaften und Konzeptrelationen durch ein formales Modell beschrieben.

Definition 5.4 Vorgehensmodell: Ein Vorgehensmodell ist ein Instrument zur Unterstützung der Ablauforganisation bei der (Software-)Entwicklungsarbeit (Jablonski et al. 1997). Es legt fest, welche Arbeitsschritte in welcher Reihenfolge zu erledigen sind. Ein Vorgehensmodell wird durch ein Netz von Aktivitäten sowie durch Bedingungen für die Übergänge zwischen den Aktivitäten beschrieben.

5.2.2. Basiskonzept

Ziel des branchenspezifischen Frameworks ist die Entwicklung eines flexiblen Systems zur Formalisierung der Initialisierung einer Projektkooperation für Bauprojekte. Zentrum des Frameworks ist ein Bau-Netzwerk-Schema zur Abbildung der unternehmensübergreifenden Randbedingungen des Kooperationsnetzwerks. Darüber hinaus sollen der Ablauf zur Instanziierung des Bau-Netzwerk-Schemas durch ein Vorgehensmodell gesteuert und Referenzinformationen integriert werden können.

Insgesamt werden daher vier Schritte in dem Framework durchlaufen, um eine Bau-Netzwerk-Instanz für ein konkretes Projekt zu erzeugen. Diese Schritte sind in der Abbildung 5.1 dargestellt und werden nachfolgend erläutert.

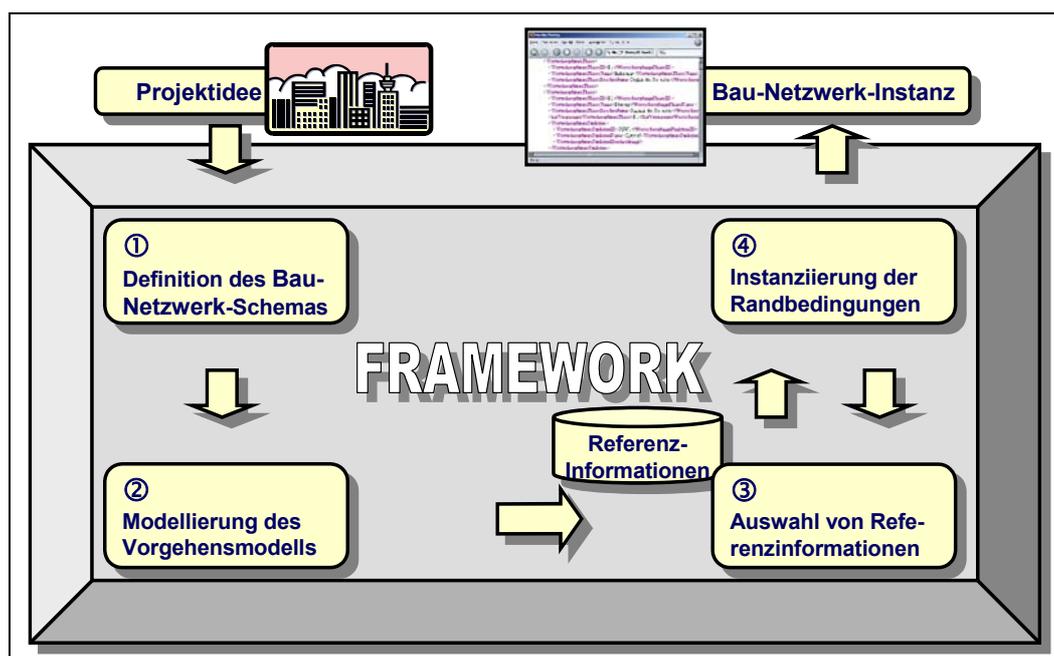


Abbildung 5.1: Basiskonzept des branchenspezifischen Frameworks

Schritt 1: Definition des Bau-Netzwerk-Schemas

Ausgehend von einer Projektidee ist ein projektspezifisches Bau-Netzwerk-Schema zu definieren, d. h. es ist ein für den jeweiligen Projekttyp (dieser kann z. B. ein Hoch- oder Straßenbauprojekt sein) passendes formales Modell zu bestimmen. Dieses Modell muss die notwendigen Randbedingungen, die für eine kooperative Zusammenarbeit in dem Projekt benötigt werden, abbilden können.

Schritt 2: Modellierung des Vorgehensmodells

Ein für das definierte Bau-Netzwerk-Schema anwendbares Vorgehensmodell ist zu bestimmen. Durch das Vorgehensmodell wird die mögliche Reihenfolge zur Instanziierung der Konzepte und Eigenschaften des Bau-Netzwerk-Schemas definiert. Hierdurch sollen Inkonsistenzen und Informationslücken bei der Initialisierung vermieden bzw. reduziert werden.

Schritt 3: Auswahl von Referenzinformationen

Durch die Nutzung von Referenzinformationen soll die Instanziierung unterstützt und beschleunigt werden. Bei den Referenzinformationen kann es sich sowohl um standardisierte Informationen, wie z. B. die Kostengliederung in der DIN 276, als auch um Informationen aus abgeschlossenen Projekten, wie z. B. Kontaktdaten von Projektpartnern, handeln. Die Referenzinformationen müssen hierfür in die relevanten Teilmodelle des Bau-Netzwerk-Schemas überführbar sein, um integriert werden zu können.

Schritt 4: Instanziierung der Randbedingungen

Zur Instanziierung der Randbedingungen für ein konkretes Projekt werden die relevanten Teile aus den Referenzinformationen ausgewählt und wenn nötig modifiziert. Darüber hinaus soll aber auch die Definition neuer Daten möglich sein. Je nach Vorgabe des Vorgehensmodells kann die Dateneingabe in mehreren Zyklen erfolgen.

Das Ergebnis des Frameworks ist eine projektspezifische Bau-Netzwerk-Instanz. Eine Bau-Netzwerk-Instanz ist somit die Ausprägung des definierten Bau-Netzwerk-Schemas für ein konkretes Projekt.

Nachfolgend werden notwendige Modelle und Methoden zur Umsetzung der Schritte des Frameworks beschrieben. Hierfür wird zunächst ein mögliches Bau-Netzwerk-Schema entwickelt, basierend auf den in Kapitel 4 beschriebenen bauspezifischen Fachmodellen und Fachinformationen. Anschließend erfolgt die Definition eines Vorgehensmodells zur Instanziierung von Bau-Netzwerken und es wird die Nutzung von Referenzinformationen für die Definition der Randbedingungen des Bau-Netzwerks erörtert. Am Schluss des Kapitels wird eine prototypische Umsetzung des Frameworks in einem *Framework-Editor* vorgestellt.

5.3. Entwicklung eines Bau-Netzwerk-Schemas

Grundlegend für die Beschreibung eines Bau-Netzwerkes ist die Unterscheidung in globales und lokales Wissen. Das *globale Wissen* besteht aus Informationen, die allen Projektpartnern zu Verfügung stehen, da ohne dies eine zielgerichtete Kooperation ausgeschlossen ist (Vanderhaeghen et al. 2005). *Lokales Wissen* hingegen wird aus einer Mikroperspektive betrachtet, da hier in dem jeweiligen Unternehmen die notwendigen Detailfunktionen und Arbeitsabläufe festgelegt werden. Diese sind von einem intensiven internen Abhängigkeitsgeflecht gekennzeichnet, während nach außen eine standardisierte Kapselung im Vordergrund stehen muss. Für die Entwicklung des Bau-Netzwerk-Schemas ist somit besonders die Betrachtung des globalen Wissens bzw. der globalen Randbedingungen in Bauprojekten von Bedeutung, da dieses die für alle Projektpartner maßgebenden Kooperationsrandbedingungen beschreibt. Unternehmensinterne Funktionen und Abläufe müssen an den Informationen des Bau-Netzwerkes ausgerichtet werden.

Für die Definition des Bau-Netzwerk-Schemas ist zunächst eine Analyse der für die kooperative Zusammenarbeit in Bauprojekten notwendigen Informationen durchzuführen. Diese Informationen werden in Teilmodellen formalisiert und zu einem Gesamtmodell, dem Bau-Netzwerk-Schema, zusammengeführt. Dieses Schema bildet damit die Grundlage für die informationstechnische Abbildung der Kooperationsrandbedingungen eines Bauprojektes.

5.3.1. Dimensionen eines Bau-Netzwerk-Schemas

Für die Beschreibung der Randbedingungen eines Bau-Netzwerkes erfolgt zunächst die Dekomposition des komplexen Beziehungsgeflechtes von Bauprojekten in Teilsichten bzw. Dimensionen. Anschließend können deren mögliche Strukturen und Modelle ermittelt werden.

Ausgehend von den in Kapitel 4 untersuchten Fachmodellen und Fachinformationen, lassen sich die Randbedingungen eines Bauprojektes in die vier Dimensionen *Ablauforganisation* (bzw. *Wertschöpfung*), *Aufbauorganisation*, *Projektstruktur* und *IT-Infrastruktur* einteilen. Letztere drei Dimensionen können wiederum in zwei Kategorien unterteilt werden. Diese sind in der Abbildung 5.2 dargestellt.

In der Dimension *Aufbauorganisation* kann zum einen die *Organisationsstruktur* mit den am Bauprojekt beteiligten Partnern und deren Beziehungen untereinander definiert werden. Zum anderen werden die zur Umsetzung des Projektes notwendigen *Leistungsträger* und deren Rollen identifiziert.

Eine aufgaben- und ergebnisorientierte Gliederung des Projektes erfolgt durch die Dimension *Projektstruktur*. Dabei gliedert die Kategorie *Funktion* das Projekt in die zur Umsetzung notwendigen Aufgaben. Die Gliederung des Projektes nach räumlicher bzw. elementbezogener Leistungssicht erfolgt durch die Kategorie *Leistung*.

In der Dimension *IT-Infrastruktur* erfolgt die Beschreibung der kooperationsunterstützenden IT-Systeme in der Kategorie *Informationssystem*. Zudem wird der zwischen den Partnern ausgetauschte *Informationsinhalt* spezifiziert.

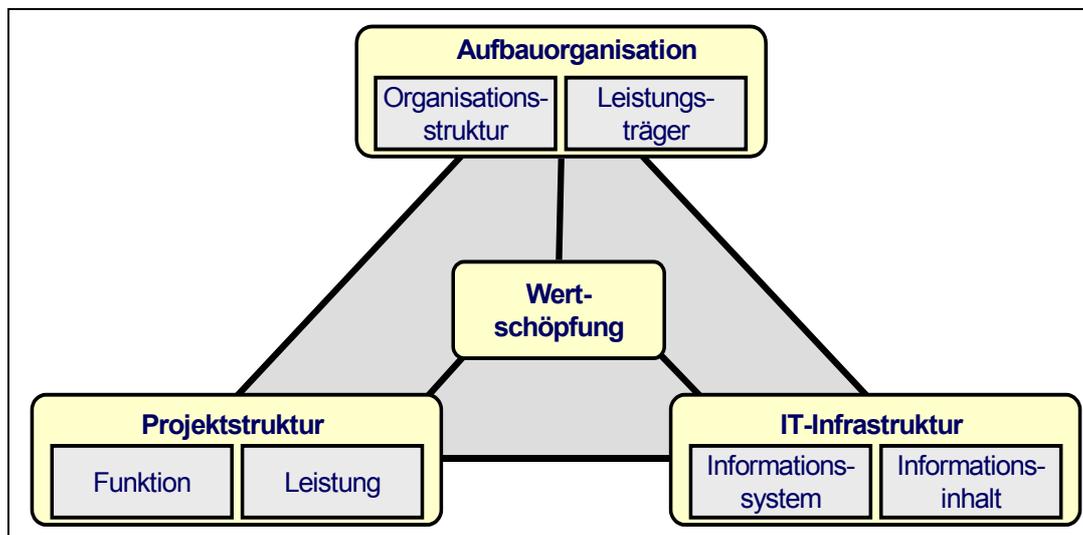


Abbildung 5.2: Dimensionen und Kategorien eines Bau-Netzwerkes

Eine zentrale Rolle im Bau-Netzwerk nehmen die *Wertschöpfungen* bzw. die Wertschöpfungsphasen ein. Dieses ist eine Folge der ausgeprägten Gliederung von Bauprojekten in Phasen, wie bereits im Kapitel 4.2 erörtert. Der Übergang von einer Phase in die nächste ist häufig mit weit reichenden Umstrukturierungen des Gesamtprojektes verbunden. Mit dem Beginn einer neuen Phase können sich beispielsweise nicht nur die beteiligten Organisationen sondern auch die Gliederung der Leistungsstruktur und die verwendete IT-Infrastruktur ändern.

Aufbauend auf den definierten Kategorien des Bau-Netzwerkes soll im Folgenden ein Gesamtmodell entwickelt werden, durch welches die Randbedingungen einer unternehmensübergreifenden Kooperation in einem Bauprojekt abgebildet werden können. Dazu erfolgt zunächst die Entwicklung eines Makromodells, in welchem die Beziehungen zwischen den sieben Kategorien formuliert werden. Anschließend werden für die einzelnen Kategorien mögliche Teilmodelle entwickelt.

5.3.2. Makromodell

Zur Reduzierung der Komplexität des Bau-Netzwerk-Schemas wird zunächst ein Makromodell entwickelt.

Definition 5.5 Makromodelle: *Makromodelle ermöglichen einen ersten Schritt zur semantisch eindeutigen Definition wichtiger Begriffe in einem Informationsmodell. Sie stellen Modelle dar, die in feinere Elemente zerlegt werden können und sind dazu geeignet, ein komplexes Anwendungsfeld grob zu strukturieren, sowie einen Überblick über relevante Modellbausteine zu geben.*

Zur Entwicklung des Makromodells werden zunächst die semantischen Abhängigkeiten zwischen den Kategorien auf abstrakter Ebene definiert und anschließend modelliert. In der Unified Modeling Language erfüllt das Paketdiagramm diese Modellierungsaufgabe (Thomas & Scheer 2002). Im nächsten Schritt werden diese Pakete genauer untersucht und ihre innere Struktur in Teilmodellen ausgebildet (Mikromodellierung). Zur Modellierung der Teilmodelle in den nachfolgenden Kapiteln wird die UML-Darstellungsform des Klassendiagramms angewendet.

In der Abbildung 5.3 ist das Makromodell des entwickelten Bau-Netzwerk-Schemas dargestellt. Ein Paket repräsentiert dabei ein Gruppierungskonstrukt, das mehrere beliebige UML-Konstrukte zusammenfasst. Die durch gestrichelte Pfeile dargestellten Beziehungen zwischen den Paketen drücken die Tatsache aus, dass in den assoziierten Paketen jeweils mindestens eine Klasse existieren muss, die Beziehungen zueinander haben. Dadurch lässt sich die innere Struktur der einzelnen Komponenten möglichst unabhängig von den Beziehungen zu den anderen Komponenten darstellen.

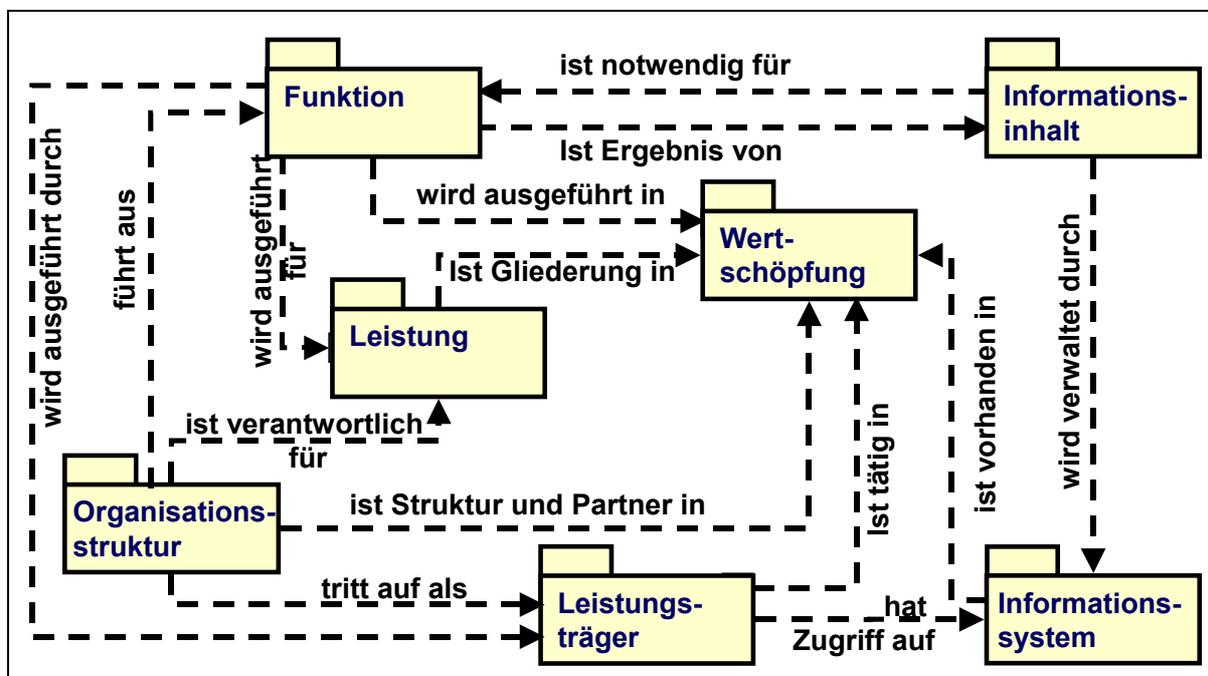


Abbildung 5.3: Makromodell des Bau-Netzwerk-Schemas

Durch die aggregierte Darstellung der Informationen und Beziehungen im Makromodell erfolgt die Beschreibung des Bau-Netzwerks in einer allgemeingültigen Form. Dadurch ist das Makromodell für unterschiedliche Typen von Bauprojekten geeignet. Erst durch die Definition von Teilmodellen wird die Allgemeingültigkeit eingeschränkt.

Folgende Beziehungen zwischen den Kategorien des Bau-Netzwerks werden durch das Makromodell realisiert:

- Die Gliederung des Projektes in die durchzuführenden Wertschöpfungen bzw. Wertschöpfungsphasen bildet die Grundlage zur Beschreibung der Kooperations-

randbedingungen eines Bauprojektes. Durch die Definition der Wertschöpfungen werden zunächst die Projektphasen auf einem hohen Abstraktionsniveau festgelegt.

- Die Strukturierung der Leistungsobjekte erfolgt durch die Kategorie Leistung. Diese können durch die Beziehung ist Gliederung in mit einer oder mehreren Wertschöpfungen verknüpft werden.
- Die in Funktion beschriebenen Aufgaben sind zum einen durch die Beziehung wird ausgeführt für mit einer oder mehreren Leistungen verknüpft, zum anderen kann durch die Beziehung wird ausgeführt in eine oder mehrere Funktionen unterschiedlichen Wertschöpfungen zugeordnet werden.
- Eine oder mehrere Funktionen wird ausgeführt durch einen oder mehrere Leistungsträger. Ein Leistungsträger ist tätig in einer oder mehreren Wertschöpfungen.
- Durch die Organisationsstruktur wird der Typ der Aufbauorganisation sowie die beteiligten Projektpartner festgelegt. Über die Abhängigkeit ist Struktur und Partner in sind diese mit einer oder mehreren Wertschöpfungen verknüpft. Darüber hinaus können ein oder mehrere Partner der Organisationsstruktur unterschiedliche Funktionen ausführen (führt aus), für mehrere Leistungen zuständig sein (ist verantwortlich für) und als unterschiedlicher Leistungsträger auftreten (tritt auf als).
- Informationsinhalte können die Resultate von Funktionen sein, oder sind für deren Ausführung notwendig. Diese Abhängigkeiten werden durch die Beziehungen ist Ergebnis von und ist notwendig für beschrieben.
- Innerhalb einer oder mehrerer Wertschöpfungen werden projektspezifische Informationssysteme eingesetzt (ist vorhanden in). In den Informationssystemen werden die Informationsinhalte verwaltet (wird verwaltet durch). Ein oder mehrere Leistungsträger hat Zugriff auf die unterschiedlichen Informationssysteme.

5.3.3. Entwicklung von Teilmodellen

Bei der Gestaltung der Teilmodelle (auch Mikromodelle genannt) wird dem Prinzip gefolgt, die Modelle möglichst unabhängig voneinander zu beschreiben, um diese für möglichst viele verschiedene Typen von Bauprojekten wieder verwenden zu können.

Bei der Entwicklung der Teilmodelle wurde, wenn möglich, auf bestehende Fachmodelle zurückgegriffen. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass eine Beschreibung bzw. Modellierung der Informationen mit bestehenden Werkzeugen wie z. B. dem ARIS-Toolset für die Wertschöpfungen oder Allplan (CAD) für die Leistungen erfolgen kann. Dadurch können die in diesen Programmen entwickelten Informationen

über entsprechende Schnittstellen weitestgehend verlustfrei in die Teilmodelle des Bau-Netzwerk-Schemas überführt werden.

Nachfolgend werden die Teilmodelle des Makromodells als UML-Klassendiagramm modelliert. Die entwickelten Teilmodelle stellen keine allgemeingültige Beschreibung sämtlicher Typen und Ausprägungen von Bauprojekten dar, sondern beruhen im Wesentlichen auf Untersuchungen ausgewählter Wertschöpfungsfunktionen⁵⁸ in unterschiedlichen Bauprojekten sowie den in Kapitel 4 identifizierten Fachmodellen und Fachinformationen. Eine Übertragbarkeit auf weitere Wertschöpfungsfunktionen ist für den jeweiligen Anwendungsfall zu überprüfen.

Bei der Entwicklung der Teilmodelle werden zunächst die für die einzelnen Kategorien identifizierten Fachmodelle und/oder Fachinformationen beschrieben. Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Anforderung an die Modellierung der Klassen, Attribute und Assoziationen. Basierend auf diesen Anforderungen wird ein mögliches Teilmodell als UML-Klassendiagramm dargestellt.

5.3.4. Teilmodell der Wertschöpfung

Die Untersuchung des Bauwerkslebenszyklus im Kapitel 4.2 hat gezeigt, dass sich dieser in mehrere aufeinander folgende Phasen einteilen lässt. Anzahl und Umfang dieser Phasen ist dabei abhängig von der jeweiligen Zielsetzung bzw. dem Schwerpunkt der Betrachtung. Allen untersuchten Ansätzen ist jedoch gemein, dass sie mehrere in sich abgeschlossene Aufgabenpakete (Wertschöpfungsphasen) beschreiben. Jeder dieser Wertschöpfungsphasen sind wiederum mehrere Teilaufgaben zugeordnet, die parallel, sequenziell oder zyklisch ablaufen können.

Die Modellierung dieser hoch aggregierten Prozesse bzw. Funktionen kann durch die auf dem Ansatz von Porter (1992) basierenden Wertschöpfungskettendiagramme (WKD) erfolgen. Ein WKD stellt die Prozesse bzw. Funktionen der oberen bzw. strategischen Projektebene dar (Seidlmeier 2002).

Im Hinblick auf die Beschreibung des Bauwerkslebenszyklus kann die Modellierung der Wertschöpfung in zwei Ebenen erfolgen. Die obere Ebene gliedert den Lebenszyklus in die primären Wertschöpfungselemente, die Wertschöpfungsphasen. Diese Wertschöpfungsphasen werden in der unteren Ebene durch mehrere Wertschöpfungsfunktionen unterstützt.

Abbildung 5.4 zeigt einen Ausschnitt aus einem Wertschöpfungskettendiagramm mit der Wertschöpfungsphase „Bauausführung“. Dieser sind mehrere Wertschöpfungsfunktionen zugeordnet. Diese Wertschöpfungsfunktionen können sowohl hierarchisch als auch sequenziell voneinander abhängig sein.

⁵⁸ Hierbei handelt es sich hauptsächlich um das Mängelmanagement während der Ausführungsphase (siehe Anwendungsbeispiel in Kapitel 7) sowie die Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen in Hochbauprojekten.

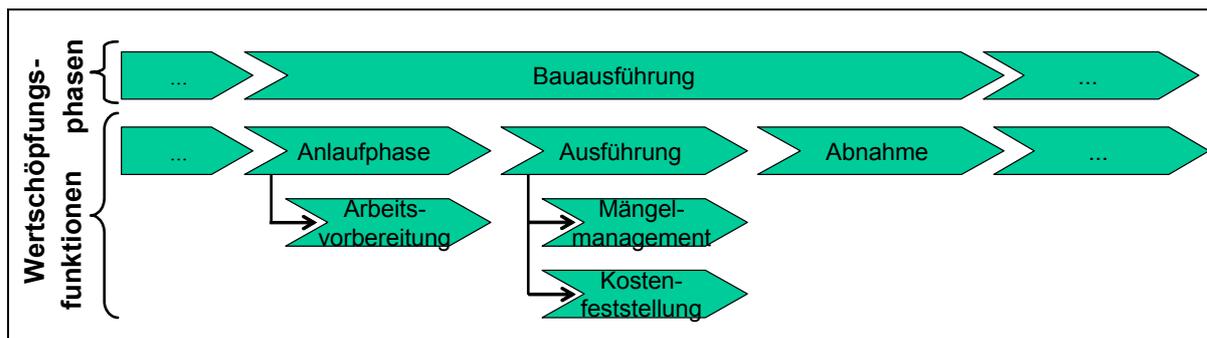


Abbildung 5.4: Ausschnitt aus einem Wertschöpfungskettendiagramm für ein Bauprojekt

Zur Modellierung kann auf das ARIS Meta-Modell zur Beschreibung von Wertschöpfungskettendiagrammen zurückgegriffen werden. Zusätzlich erfolgt eine Trennung zwischen Wertschöpfungsphase und Wertschöpfungsfunktion, um der ausgeprägten Gliederung von Bauprojekten in Phasen Rechnung zu tragen. Die Anforderungen und das Klassendiagramm für das Teilmodell Wertschöpfung sind in der Tabelle 5.2 zusammengefasst.

Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Ein Wertschöpfungselement ist entweder eine Wertschöpfungsphase oder -funktion. • Eine Wertschöpfungsphase kann einen Vorgänger und einen Nachfolger vom Typ Wertschöpfungsphase haben. • Eine Wertschöpfungsfunktion ist einer Wertschöpfungsphase zugeordnet. • Eine Wertschöpfungsfunktion kann mehrere Vorgänger und Nachfolger vom Typ Wertschöpfungsfunktion haben. • Wertschöpfungsfunktionen können hierarchisch gegliedert werden.
Klassendiagramm

Tabelle 5.2: Teilmodell – Wertschöpfung

5.3.5. Teilmodelle der Projektstruktur

Durch die Projektstruktur wird der Aufbau eines Bauprojektes in die Funktionssicht (nach Aufgaben) und die Leistungssicht (nach Bauobjekten) gegliedert. Die für ein konkretes Projekt notwendige Gliederung dieser Sichten wird in einem Projektstrukturplan beschrieben (siehe Kapitel 4.4). Der Projektstrukturplan unterteilt das Gesamtprojekt in Bestandteile nach einer durch die Projektbeteiligten festgelegten Hierarchie. Beim Übergang zwischen den Wertschöpfungsphasen ist die Beschreibung der Funktionen und Leistungen an die jeweiligen Anforderungen anzupassen.

Bevor mit der Entwicklung der Teilmodelle für die Kategorien Funktion und Leistung begonnen werden kann, ist es erforderlich, diese beiden Begriffe voneinander abzugrenzen, da sie im Bauwesen nicht immer eindeutig verwendet werden. So beinhaltet z. B. der Name „Standardleistungsverzeichnis“ den Begriff „Leistung“. Hierbei handelt es sich jedoch nach allgemeinem Verständnis der Betriebswirtschaftslehre um die Beschreibung von Funktionen. Die Betriebswirtschaftslehre definiert eine Funktion als eine fachliche Aufgabe an einem (Informations-)Objekt. Das Ergebnis einer Funktion ist wiederum eine Leistung. Daher handelt es sich beim Standardleistungsverzeichnis um eine Taxonomie von Funktionen zur Erbringung von Leistungen. Dieses wird auch durch die Bezeichnungen der Leistungsbereiche im STL, wie „Zimmer- und Holzbauarbeiten“ oder „Mauerarbeiten“, deutlich. Auch Huhnt (2003) weist auf diesen Widerspruch hin und führt deshalb den Begriff „Bauleistung“⁵⁹ zur Abgrenzung vom Leistungsbegriff aus der Betriebswirtschaftslehre ein.

Erst durch die Verknüpfung eines (Funktions-)Elements aus einem Standardleistungsverzeichnis (z. B. einem Leistungspaket, einem Leistungsbereich, eine Leistung oder eine Teilleistung) mit einem Bauobjekt (z. B. einem Bauabschnitt, einer Etage, einem Raum oder einer Wand) wird eine konkrete Leistung, auch Leistungsposition oder Teilleistung genannt, für ein Bauprojekt definiert. Diese Leistungspositionen werden in einem Leistungsverzeichnis (LV) zusammengefasst. D. h. in einer Leistungsposition wird festgelegt, an welchem Objekt des Bauwerks eine Funktion durchzuführen ist.

Dementsprechend kann ein Standardleistungsverzeichnis als Ausgangsbasis zur Beschreibung und Strukturierung der Funktionen in einem Bauprojekt herangezogen werden, während eine Leistungsposition als Bestandteil der Leistungssicht angesehen werden kann.

Funktion

Nach Scheer (2001) werden Funktionen im Allgemeinen in primär materialtransformierende Funktionen (Ausführungsfunktion) und primär informationstrans-

⁵⁹ Die VOB/A definiert Bauleistungen als „Arbeiten jeder Art, durch die eine bauliche Anlage hergestellt, instand gehalten, geändert oder beseitigt wird“.

formierende Funktionen (Unterstützungsfunktion) unterschieden. Dieses trifft auch für die Funktionen in Bauprojekten zu.

Unterschiedliche Vorlagen können zur Strukturierung der Funktionen im Bauwesen herangezogen werden. So bieten Standardleistungsverzeichnisse wie das STLB umfangreiche Klassifikationen von materialtransformierenden Bau-Funktionen an (siehe Kapitel 4.4.1). Die Abbildung 5.5 zeigt einen Ausschnitt aus dem STLB. Dieses ist hierarchisch in Leistungspakete, Leistungsbereiche, Leistungen und Teilleistungen gegliedert.

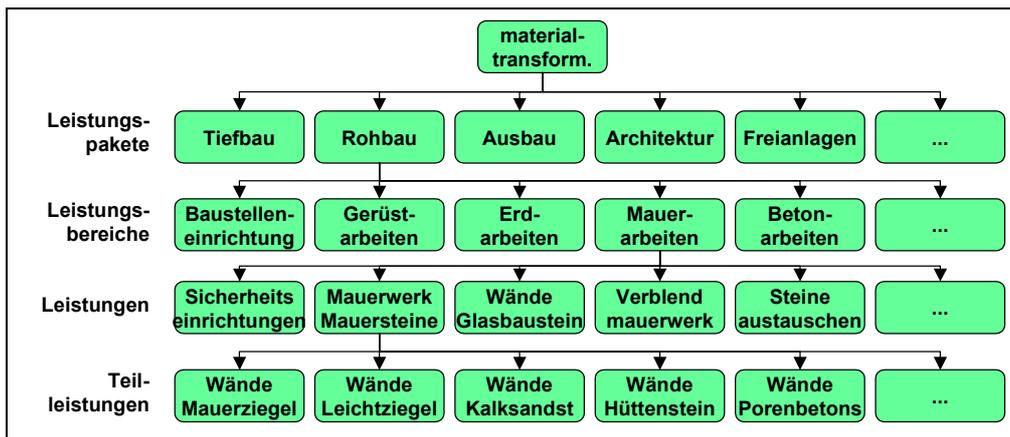


Abbildung 5.5: Materialtransformierende Funktionen – Ausschnitt aus dem STLB

Neben den materialtransformierenden Funktionen werden auch eine Reihe von informationstransformierenden Funktionen während eines Bauvorhabens ausgeübt. Diese lassen sich, wie in Abbildung 5.6 dargestellt, hierarchisch gliedern.

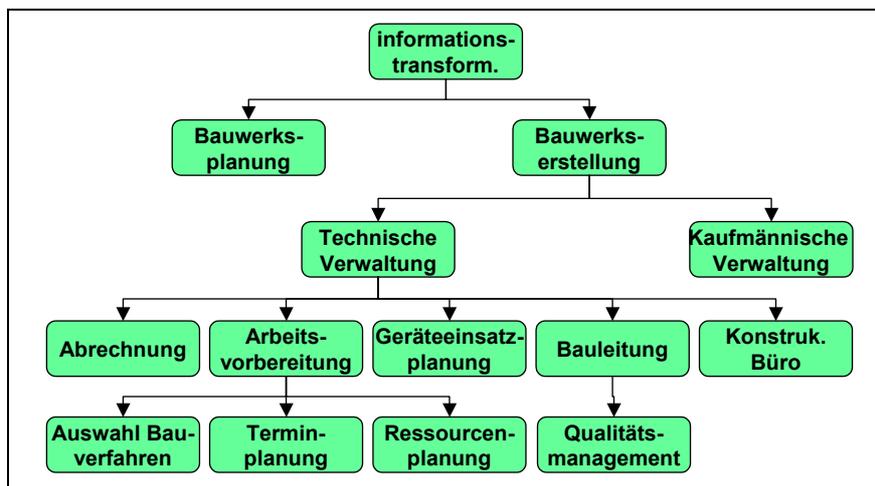


Abbildung 5.6: Beispiel informationstransformierende Funktionen

In der Tabelle 5.3 sind die Anforderungen und das Klassendiagramm für das Teilmodell Funktion zusammengefasst.

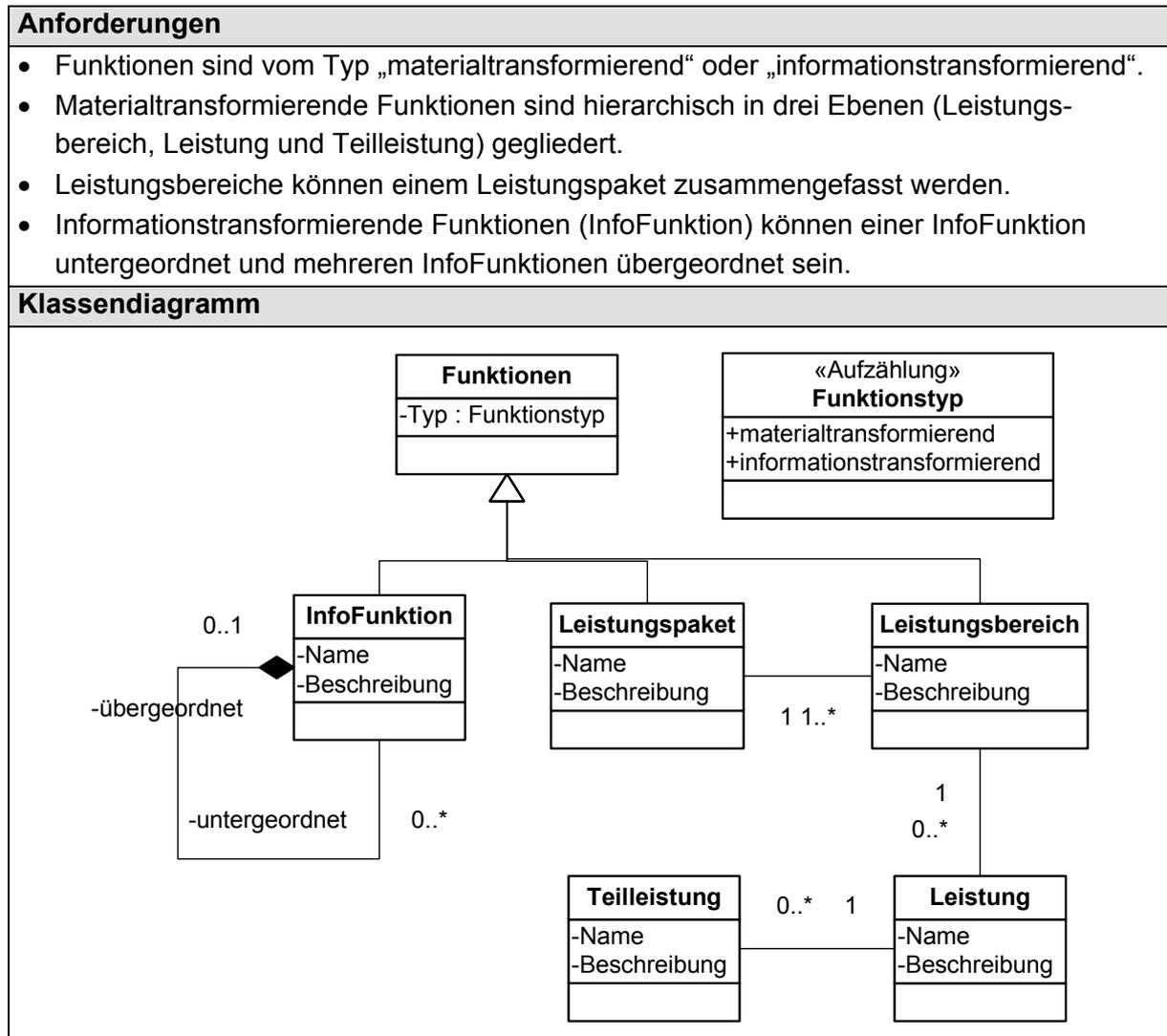


Tabelle 5.3: Teilmodell - Funktion

Leistung

„Zweck eines Geschäftsprozesses ist die Erstellung von Leistungen, um eine Gegenleistung zu erhalten“ (Scheer 1998b). Leistungen sind somit die Ergebnisse von Funktionen. Der Leistungsbegriff ist sehr heterogen und umfasst unterschiedliche Leistungsarten wie Sach- und Dienstleistungen. Die fachliche Modellierung von Sachleistungen kann in Form von Produktmodellen geschehen. Im Bauwesen stehen hierfür z. B. die IFC oder das STEP AP 225 zur Verfügung (siehe Kapitel 4.6). Nachfolgend werden diejenigen Klassen dieser Produktmodelle beschrieben, die zur Identifikation von Bau-Leistungen bereitgestellt werden.

Für die räumliche Strukturierung eines Gebäudes werden im IFC 2x2 die Elemente *IfcBuilding* und *IfcBuildingStory* zur Verfügung gestellt. Diese Elemente lassen sich in Sektionen (*section*) bzw. Bereiche (*partial*) unterteilen. Die Beziehungen zwischen diesen Elementen sind in der Abbildung 5.7 dargestellt.

Zusätzlich wird durch die IFC das Element *IfcSpace* zur Beschreibung von Räumen definiert. Ein *IfcSpace* stellt einen wirklichen oder nur theoretisch begrenzten Bereich bzw. ein Raumvolumen dar. Räume sind Bereiche oder Volumen, die für bestimmte Funktionen innerhalb eines Gebäudes zur Verfügung stehen. Ein Raum kann mit einem Gebäudegeschoss (*IfcBuildingStory*) verknüpft werden.

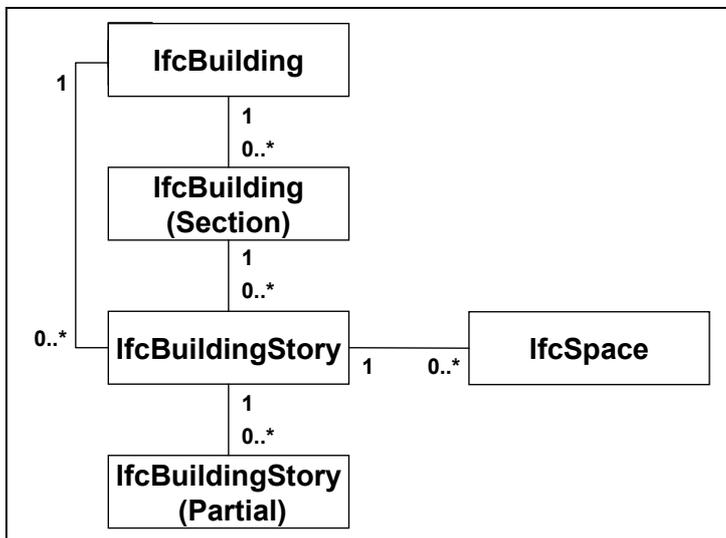


Abbildung 5.7: Gliederung von Bauleistungen nach IFC 2x2 (IFC 2004)

Neben den Elementen zur räumlichen Strukturierung von Bauprojekten, definieren die IFC mit dem *IfcBuildingElement* ein Element zur Beschreibung von Gebäude-Elementen. Gebäude-Elemente sind Hauptfunktionsteile eines Gebäudes, wie Dach, Fundament, Fußboden oder Wand. Die IAI definiert Gebäude-Elemente als „Elemente, die wesentlicher Bestandteil des Aufbaus eines Gebäudes sind, d. h. sie sind tragende oder raumbildende Systeme“.

Die Zuordnung der Gebäude-Elemente zu den räumlichen Elementen eines Bauwerkes erfolgt im IFC-Modell durch das Element *IfcRelContainedInSpatialStructure*. Dieses Element wird verwendet, um Gebäude-Elemente einem bestimmten Niveau der räumlichen Projektstruktur zuweisen zu können. Jedes Gebäude-Element kann einem bestimmten Niveau der räumlichen Struktur nur einmal zugewiesen werden. Das gleiche Element kann aber unterschiedlichen räumlichen Niveau-Elementen zugewiesen werden, abhängig vom Kontext. So kann eine Wand z. B. einem Geschoss zugewiesen werden, gleichwohl aber auch als Außenmauer des Gebäudes dienen.

Auch im STEP AP 225 werden unterschiedliche Elemente zur Strukturierung der Leistungen in Bauprojekten definiert. Diese Elemente und deren Beziehungen sind in der Abbildung 5.8 dargestellt und in Tabelle 5.4 genauer beschrieben.

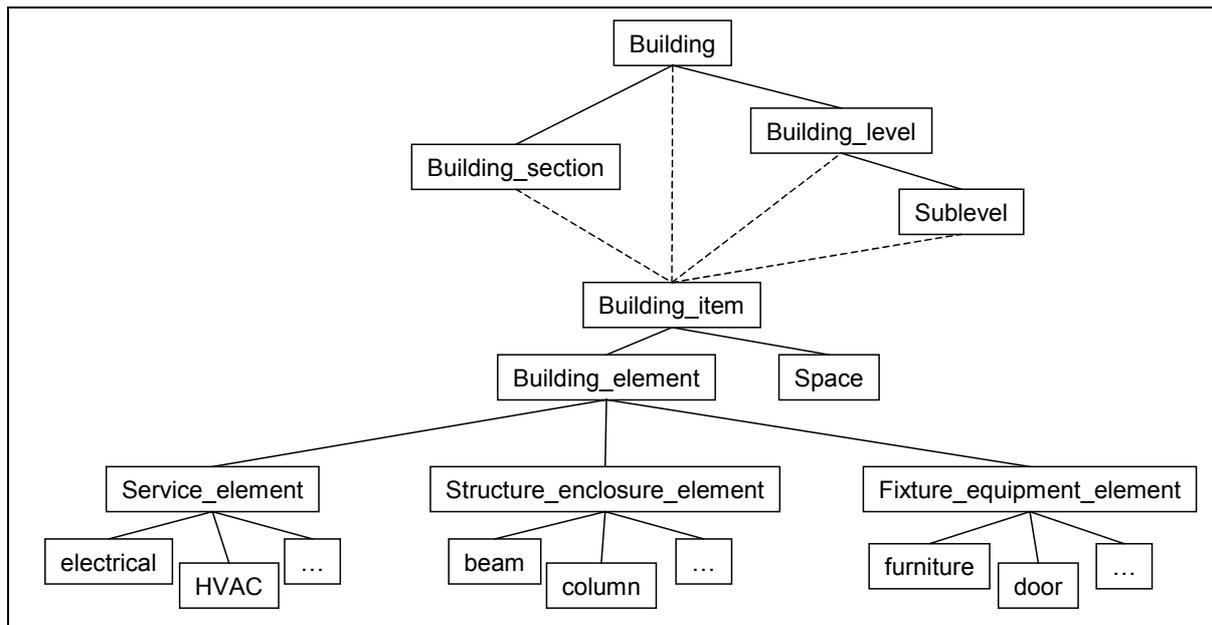


Abbildung 5.8: Gliederung von Bauleistungen nach STEP AP 225

Element Name	Element Beschreibung
<i>Building</i>	Eine künstliche Struktur, die zum Bewohnen, Umgeben oder Schützen von Menschen errichtet wird.
<i>Building_level</i>	Teil eines Gebäudes, das aus einem oder mehreren Bereichen besteht und hauptsächlich auf horizontalen Wegen zugänglich ist.
<i>Sublevel</i>	Bestandteil von einem <i>Building_level</i> .
<i>Building_section</i>	Ein logisches Segment, welches das Gebäude in Funktionsbereiche oder Abschnitte gliedert.
<i>Building_item</i>	Teil eines Gebäudes, mit einer charakteristischen Funktion.
<i>Space</i>	Ein <i>Space</i> (Raum) ist eine nicht greifbare, volumetrische Region eines Gebäudes, welche durch die Nutzer oder die Gebäudeserviceausrüstung verwendbar ist.
<i>Building_element</i>	Ein physisches Teil eines Gebäudes oder des Gebäudesystems, das eine charakteristische Funktion ausübt.
<i>Service_element</i>	Bestandteil in einem Gebäude, welcher einen Service zur Verfügung stellt. Beispiel: Elektrik und HKL.
<i>Structure_enclosure_element</i>	Element welches zur Form oder Funktion eines Gebäudes beiträgt. Beispiel: Bodenplatte und Dach.
<i>Fixture_equipment_element</i>	Alleinstehendes Element eines Gebäudes ohne komplizierte Abhängigkeit mit anderen Gebäudeelementen. Beispiel: Tür und Bodenbelag.

Tabelle 5.4: Elemente zur Strukturierung von Bauprojekten nach STEP AP 225

Anhand der dargestellten Modelle zur Beschreibung von Bauleistungen lässt sich erkennen, dass ein konkretes Leistungs-Objekt in Bauprojekten erst durch die Kombination aus räumlicher Lage und der Art des Bau-Elements exakt beschrieben werden

kann. Daher ist eine Darstellung der Leistungssicht allein durch hierarchische Leistungsbäume nicht zweckmäßig. Vielmehr ist eine Möglichkeit zur Verknüpfung der Raum-Elemente mit den Bau-Elementen sicherzustellen. Diese Verknüpfung muss über alle Hierarchiestufen des Bauwerks möglich sein.

Raum-Elemente gliedern das Gebäude nach räumlichen Gesichtspunkten. Dabei kann auf die Strukturierung der IFC und des STEP AP 225 aufgebaut werden, um ein Mapping aus diesen Modellen in das Bau-Netzwerk-Schema zu ermöglichen. Eine Klassifizierung der unterschiedlichen Nutzungsarten von Gebäuden erfolgt z. B. durch die DIN 277 Teil 2⁶⁰.

Bau-Elemente sind konstruktive Bestandteile eines Gebäudes. Sie können aus einem oder mehreren Konstruktionsbestandteilen zusammengesetzt sein. Die Strukturierung der Bau-Elemente kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Im STEP AP 225 werden Bau-Elemente in die Typen TGA⁶¹-Element, Rohbau-Element und Ausbau-Element aufgeteilt und deren möglichen Ausprägungen spezifiziert (siehe Abbildung 5.8). Eine Gliederung in Kostengruppen wird dagegen durch die DIN 276 Tabelle 2 gegeben.

Bezeichnung der Hierarchiestufen Überschrift der LV-Bereiche		LV-Gliederung					Positionszähler		Index	
		Los	Leistungs- paket	Stockwerk	Leistungs- bereich	Bau- Element				
LV- inhalt	Gebäudeblock 1	L								
	Rohbauarbeiten		0 1							
	Kellergeschoss			0 1						
	Mauerarbeiten				0 1					
	Außenwände					0 1				
	Teilleistung						0 0 0 1			
Index									0	
		1	0 1	0 1	0 1	0 1	0 0 0 1	0		
Ordnungszahl (OZ)										

Abbildung 5.9: Strukturierungsmöglichkeit von Leistungsposition (GAEB 2000)

Wie bereits zu Beginn des Kapitels diskutiert, kann eine Leistungsposition als Bestandteil der Leistungssicht betrachtet werden. Über eine Leistungsposition können dabei die Raum-Elemente und Bau-Elemente mit den Elementen der Funktionssicht

⁶⁰ DIN 277 – Teil 2: „Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau – Gliederung der Nutzflächen, Funktionsflächen und Verkehrsflächen (Netto-Gundfläche)“ (vom Juni 1987).

⁶¹ Technische Gebäudeausrüstung

verknüpft werden. Nach GAEB DA XML kann diese Verknüpfung anhand einer eindeutigen Ordnungszahl⁶² realisiert werden, wie in Abbildung 5.9 dargestellt. In dieser Abbildung wird eine Leistungsposition mit dem Positionszähler „0001“ beschrieben. In dieser Leistungsposition sind Funktionen aus dem Leistungsbereich „Mauerarbeiten“ im Leistungspaket „Rohbauarbeiten“ durchzuführen. Diese Funktionen beziehen sich auf die „Außenwände“ im „Kellergeschoss“ des „Gebäudeblock 1“. Die Überschriften der LV-Bereiche sowie die Bezeichnungen für die Hierarchiestufen sind frei definierbar.

In der Tabelle 5.5 sind die Anforderungen und das Klassendiagramm für das Teilmodell Leistung zusammengefasst.

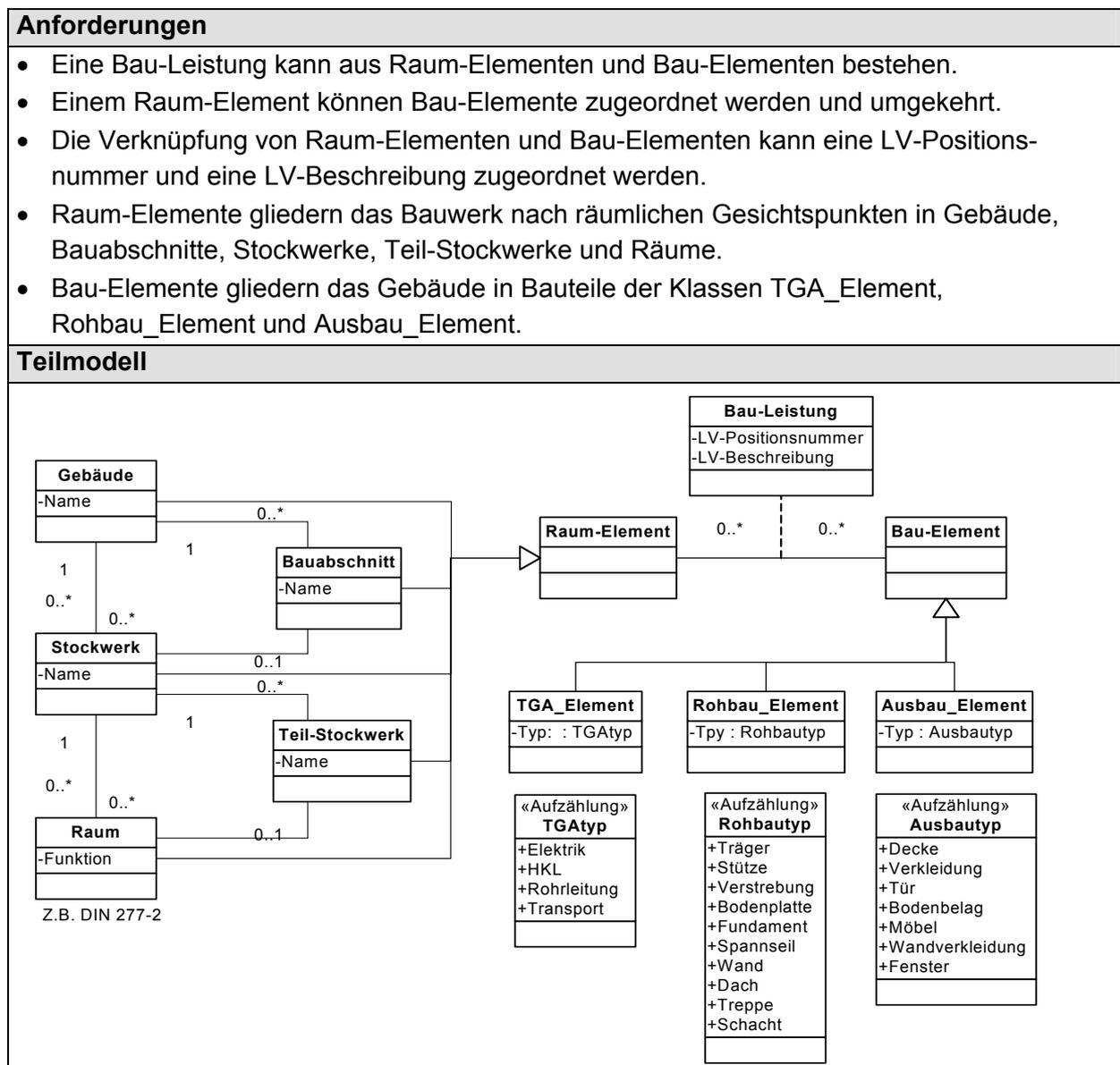


Tabelle 5.5: Teilmodell - Leistung

⁶² Alphanumerische Zeichenfolge mit bis zu 14 Stellen und maximal 5 Hierarchiestufen zur eindeutigen Identifikation einer Leistungsposition.

5.3.6. Teilmodelle der Aufbauorganisation

In der Dimension *Aufbauorganisation* wird zum einen die *Organisationsstruktur*, welche die beteiligten Unternehmen und deren Beziehungen untereinander beschreibt, definiert. Zum anderen werden durch die *Leistungsträger* die Rollen spezifiziert, die zur Umsetzung des Projektes notwendig sind.

Organisationsstruktur

Die Untersuchungen im Kapitel 4.3.2 haben gezeigt, dass sich in der Baupraxis unterschiedliche Organisationsstrukturen identifizieren lassen. Jede dieser Organisationsstrukturen zeichnet sich durch bestimmte Typen von Organisationseinheiten und vertragliche Bindungen zwischen diesen aus. Darüber hinaus beschränken sich einige Organisationsstrukturen auf eine Wertschöpfungsphase, während andere über mehrere Phasen Bestand haben können.

Nachfolgend wird ein bei größeren Bauprojekten typisches Szenario der Organisationsstruktur in der Phase der Ausführung beschrieben: der „Generalunternehmer“. Eine detaillierte Modellierung weiterer Organisationsstrukturen wird in dieser Arbeit nicht vorgenommen, kann jedoch anderen Quellen (z. B. Arkos 2005) entnommen werden.

Bei der Organisationsstruktur „Generalunternehmer“ lassen sich in vielen Projekten folgende Typen von Organisationseinheiten identifizieren, die in direkter oder indirekter Beziehung zueinander stehen (siehe auch Abbildung 5.10): Bauherr, Generalunternehmer, Nachunternehmer/Subunternehmer⁶³ und Projektsteuerer.

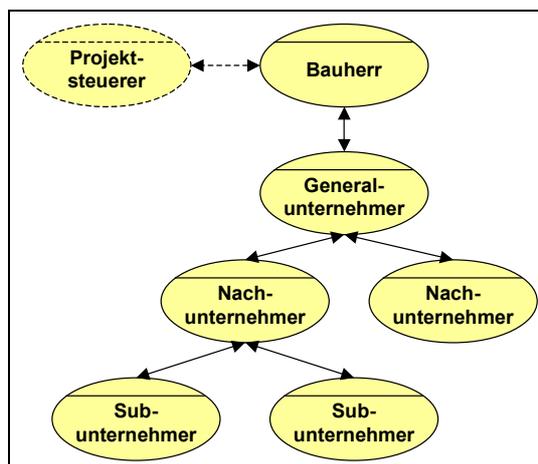


Abbildung 5.10: Organisationseinheiten und Leistungsbeziehungen in der Organisationsstruktur „Generalunternehmer“

Die Beziehungen zwischen den Organisationseinheiten sind hierarchisch gegliedert. Dabei besteht eine direkte Leistungsbeziehung zwischen zwei angrenzenden Organi-

⁶³ Zum besseren Verständnis der hierarchischen Struktur wird hier zwischen Nach- und Subunternehmer unterschieden.

sationseinheiten. Beispielsweise ist der Generalunternehmer Auftragnehmer vom Bauherrn und Auftraggeber vom Nachunternehmer. Zwischen Generalunternehmer und Subunternehmer wiederum besteht keine direkte Leistungsbeziehung. Zusätzlich können die beteiligten Organisationen weitere Leistungsbeziehungen mit anderen Unternehmen eingehen. So kann sich der Bauherr z. B. durch einen Projektsteuerer unterstützen lassen. Dieser tritt wiederum als Einzelunternehmer auf.

Wie aus der Abbildung 5.10 ersichtlich, kann der Generalunternehmer mehrere Nachunternehmer für unterschiedliche Funktionen (z. B. Elektro- und Ausbauarbeiten) oder Leistungen (z. B. Hauptgebäude und Nebengebäude) beauftragen. Ähnliche Leistungsbeziehungen können auch zwischen Nachunternehmer und Subunternehmer bestehen.

In der Tabelle 5.6 sind die Anforderungen und das Klassendiagramm für den Generalunternehmer in dem Teilmodell Organisationsstruktur zusammengefasst.

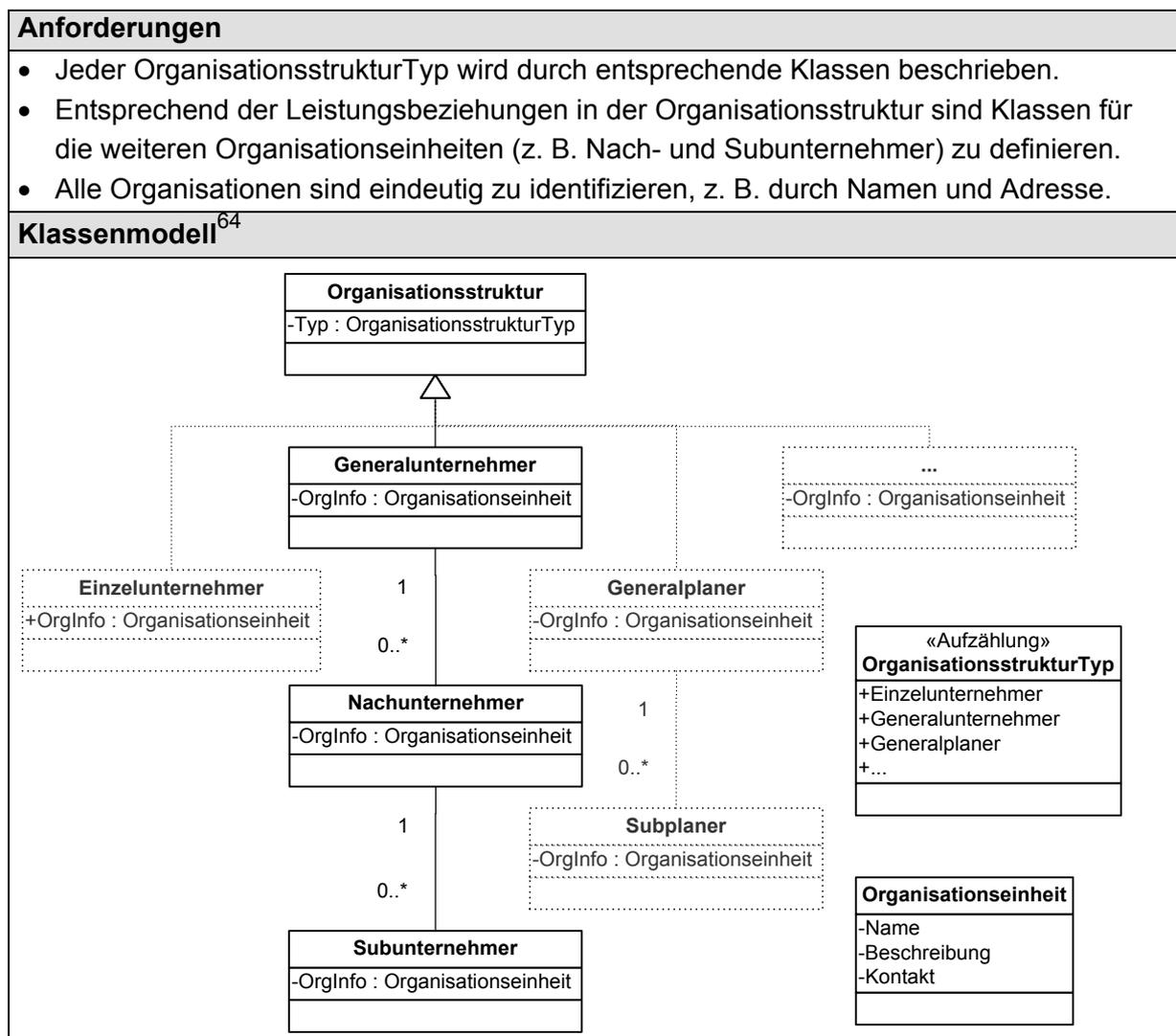


Tabelle 5.6: Teilmodell - Organisationsstruktur

⁶⁴ Nur die Organisationsstruktur des Generalunternehmers wird detailliert betrachtet. Weitere Strukturen werden nur beispielhaft angedeutet.

Leistungsträger

Im Kapitel 4.3.1 wurde eine Einteilung der Leistungsträger in unterschiedliche Typen vorgenommen. Ein am Bauprojekt beteiligtes Unternehmen kann jeweils einem oder mehreren dieser Typen zugeordnet werden. Die Beteiligung der Leistungsträger an einem Bauprojekt ist dabei abhängig von der jeweiligen Phase, in welcher sich das Projekt befindet. Leistungsträger, wie z. B. Architekten, können an mehreren Phasen beteiligt sein, während z. B. Lieferanten hauptsächlich an der Phase der Realisierung beteiligt sind.

Innerhalb der beschriebenen Typen von Leistungsträgern werden von einem Unternehmen bzw. dessen Mitarbeitern mehrere Rollen ausgeübt, wie z. B. die Rollen „Qualitätsmanager“, „Einkäufer“ oder „Arbeitsvorbereitung“ in einem Bauunternehmen.

In der Tabelle 5.7 sind die Anforderungen und das Klassendiagramm für das Teilmodell Leistungsträger zusammengefasst.

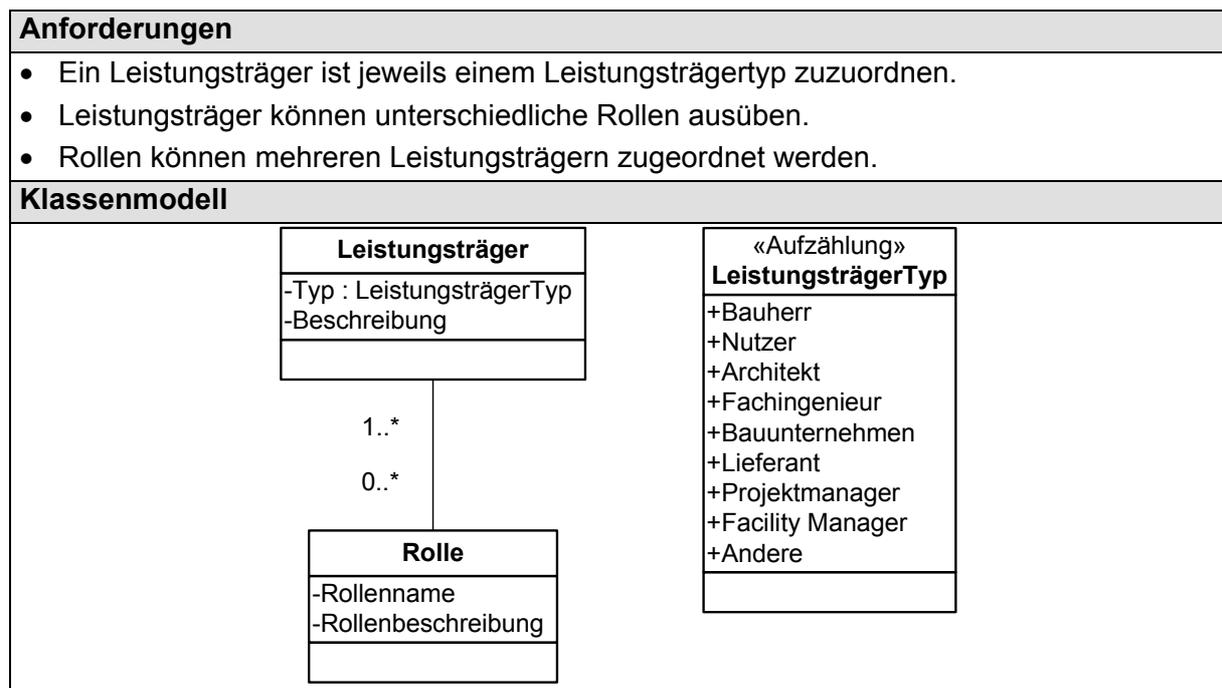


Tabelle 5.7: Teilmodell - Leistungsträger

5.3.7. Teilmodelle der IT-Infrastruktur

Die Bearbeitung größerer Bauprojekte ist ohne eine geeignete IT-Unterstützung kaum realisierbar. Dabei kann die IT-Unterstützung dem Informationsaustausch und der Informationsverarbeitung sowohl zwischen als auch innerhalb der Partnerunternehmen dienen. Für die Beschreibung der Kooperationsrandbedingungen in einem Bau-Netzwerk ist dabei insbesondere der unternehmensübergreifende Informationsaustausch von Interesse.

Im Folgenden wird die Beschreibung der Informationssysteme und -inhalte näher betrachtet. Da es im Bauwesen jedoch keine allgemeingültigen Spezifikationen und nur wenige Referenzen⁶⁵ der in Bauprojekten notwendigen Informationssysteme und -inhalte gibt, wird zur Beschreibung der Anforderungen insbesondere auf die im ICCI-Projekt entwickelte *Process Matrix* (siehe Kapitel 2.2) zurückgegriffen. Dabei stehen speziell die service-orientierten Architekturen (siehe Kapitel 3.2.8) im Fokus der Betrachtung, da diese insbesondere für die Unterstützung der Zusammenarbeit in Netzwerken entwickelt wurden.

Informationssystem

In einem Informationssystem werden Informationen systematisch gesammelt, regelmäßig aufbereitet, planmäßig aktualisiert und zum Stichtag bereitgestellt. Dabei kann prinzipiell zwischen zwei Typen von Informationssystemen unterschieden werden:

- unternehmensinterne Informationssysteme,
- unternehmensübergreifende Informationssysteme.

Während die unternehmensinternen Informationssysteme, wie Office-Anwendung oder Entwurfs- und Konstruktionsprogramme, für die lokale Bearbeitung von Daten eingesetzt werden, unterstützen die unternehmensübergreifenden Informationssysteme, wie Projektkommunikationssysteme oder Ausschreibungsportale, insbesondere die Kommunikation, Koordination und Kooperation zwischen den Projektpartnern.

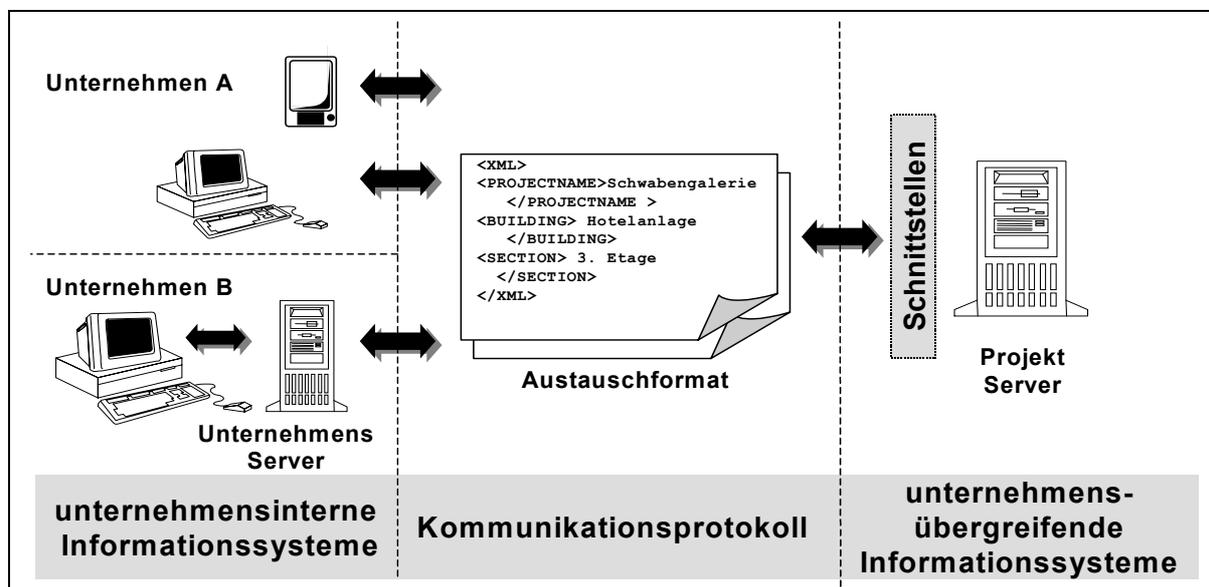


Abbildung 5.11: Informationssysteme für den Informationsaustausch in Bauprojekten

In der Abbildung 5.11 ist eine prinzipielle Architektur für den Informationsaustausch in Bauprojekten dargestellt. Unternehmen können mit ihren lokalen Anwendungen auf

⁶⁵ Beispielsweise in den Projekten ToCEE, ISTforCE, ICSS und BauKom Online. Eine Übersicht und Vergleich mit anderen Branchen wird in Camarinha-Matos et al. (2005) gegeben.

die unterschiedlichen Projektserver zugreifen und Projektdaten auf diesen ablegen bzw. von diesen abfragen. Damit dieses möglich ist, müssen die in den verschiedenen Phasen des Projektes eingesetzten Server eindeutig spezifiziert werden. Das beinhaltet zum einen den Servernamen und die Serveradresse und zum anderen Informationen über die vom Informationssystem zur Verfügung gestellten Services. Jeder Service hat einen Namen, eine Beschreibung, einen Aufruf, eine Datenstruktur, ein Austauschformat und ein Kommunikationsprotokoll.

Neben der IT-gestützten Informationsverwaltung und -austausch werden derzeit in Bauprojekten viele Nachrichten in schriftlicher (Brief oder Fax) oder mündlicher Form ausgetauscht. Diese nur teilweise formalisierten Daten können zwar nachträglich dv-technisch erfasst werden, sind aber für eine weitere informationstechnische Bearbeitung nur eingeschränkt nutzbar, da die Inhalte wenig strukturiert sind (z. B. bei Zeichnungen) und notwendige Metainformationen fehlen. Diese Informationen müssen daher manuell oder teilautomatisiert in die Informationssysteme eingepflegt werden, um dv-technisch weiterverarbeitet werden zu können.

In der Tabelle 5.8 sind die Anforderungen und das Klassendiagramm für das Teilmodell Informationssystem zusammengefasst.

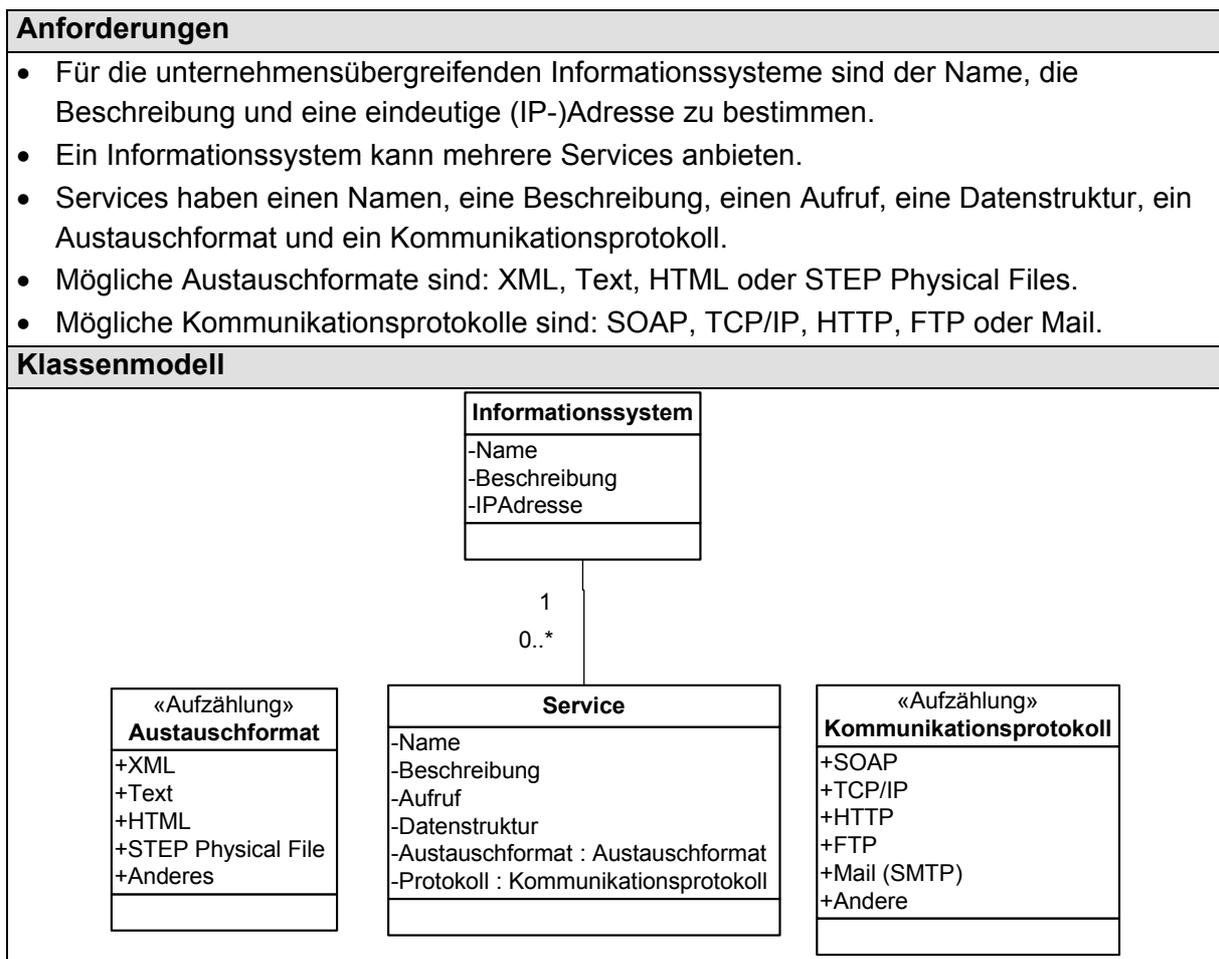


Tabelle 5.8: Teilmodell - Informationssystem

Informationsinhalt

Für die nachhaltige phasen- und unternehmensübergreifende Nutzung von Projektinformationen ist es erforderlich, die verwendeten Daten zu formalisieren und zu standardisieren. Datenstandards dienen dem strukturierten Datenaustausch zwischen den Informationssystemen. Dabei gibt es sowohl branchenunabhängige Standards als auch branchenspezifische Standards (siehe Kapitel 4.6). Für eine leistungsfähige Zusammenarbeit ist deshalb zu spezifizieren, welche Informationen in welchem Standard und mit welchem Format ausgetauscht werden. Es können aber auch nicht standardisierte Datenstrukturen verwendet werden, solange diese von allen Partnern und deren Informationssystemen verarbeitet werden können.

In der Tabelle 5.9 sind die Anforderungen und das Klassendiagramm für das Teilmodell Informationsinhalt zusammengefasst.

Anforderungen														
<ul style="list-style-type: none"> • Informationsinhalte werden durch einen Namen und eine Beschreibung identifiziert. • Sie können einem Datenstandard (z. B. GAEB D83) zugeordnet werden bzw. auf eine Datenspezifikation (z. B. eine WSDL) verweisen. • Das Austauschformat legt das Datenformat des Informationsinhaltes fest. 														
Klassenmodell														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Informationsinhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-Name</td> </tr> <tr> <td>-Beschreibung</td> </tr> <tr> <td>-Datenstandard</td> </tr> <tr> <td>-Austauschformat : Austauschformat</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Informationsinhalt	-Name	-Beschreibung	-Datenstandard	-Austauschformat : Austauschformat		<table border="1"> <thead> <tr> <th>«Aufzählung» Austauschformat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+XML</td> </tr> <tr> <td>+Text</td> </tr> <tr> <td>+HTML</td> </tr> <tr> <td>+STEP Physical File</td> </tr> <tr> <td>+Anderes</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	«Aufzählung» Austauschformat	+XML	+Text	+HTML	+STEP Physical File	+Anderes	
Informationsinhalt														
-Name														
-Beschreibung														
-Datenstandard														
-Austauschformat : Austauschformat														
«Aufzählung» Austauschformat														
+XML														
+Text														
+HTML														
+STEP Physical File														
+Anderes														

Tabelle 5.9: Teilmodell - Informationsinhalt

5.3.8. Umsetzung des Bau-Netzwerk-Schemas in XML

Ziel des Bau-Netzwerk-Schemas ist es, eine Struktur zur Verfügung zu stellen, mit welcher die Kooperationsrandbedingungen eines konkreten Bauprojektes in einer Bau-Netzwerk-Instanz festgelegt werden können. Die Bau-Netzwerk-Instanz dient somit als Faktenbasis für die kooperative Zusammenarbeit der Projektbeteiligten. Sie bildet die Schnittstelle zwischen der Initialisierung und der Ausführung einer Kooperation. Daher sollten diese Informationen in einer Form abgelegt werden, so dass sie für die Kooperationspartner jederzeit und problemlos zugänglich sind. Hierfür bieten sich allgemein anerkannte Standards wie XML oder RDF (Resource Description Framework) an. Diese Sprachen dienen der Erstellung maschinen- und menschenlesbarer Dokumente und können somit komfortabel in andere (unternehmensinterne) Systeme übertragen werden.

XML ist eine Sprache zur Definition von Auszeichnungssprachen bzw. Datenaustauschformaten, die gleichzeitig die grundsätzliche Syntax der Auszeichnungssprache vorgibt. Man spricht deshalb auch von XML-Dokumentinstanzen bzw. XML-Instanzen, wenn es sich eigentlich um Instanzen einer XML definierten Auszeichnungssprache handelt (Eckstein & Eckstein 2004). Die zwei bekanntesten Sprachen zur Definition der Struktur von XML-Dokumenten sind DTD und XML-Schema.

Um die entwickelten konzeptionellen UML-Klassendiagramme des Bau-Netzwerk-Schemas als XML-Dokument instanziierten zu können, sind die Klassendiagramme in ein XML-Schema zu überführen. Eine detaillierte Beschreibung der hierfür notwendigen Transformationsregeln ist z. B. in Eckstein & Eckstein (2004) zu finden und wird hier nicht weiter diskutiert. Ausschnitte des Ergebnisses sind in den Modellen in den Abbildungen⁶⁶ 5.13 & 5.14 und in dem Dokument in Abbildung 5.14 dargestellt.

Abbildung 5.12 zeigt die Umsetzung des Makromodells als XML-Schema. Jede Kategorie des Bau-Netzwerks wird durch ein XML-Schema Element beschrieben und kann jeweils einmal instanziiert werden. Zusätzlich hat jedes Bau-Netzwerk einen Namen und eine Beschreibung.

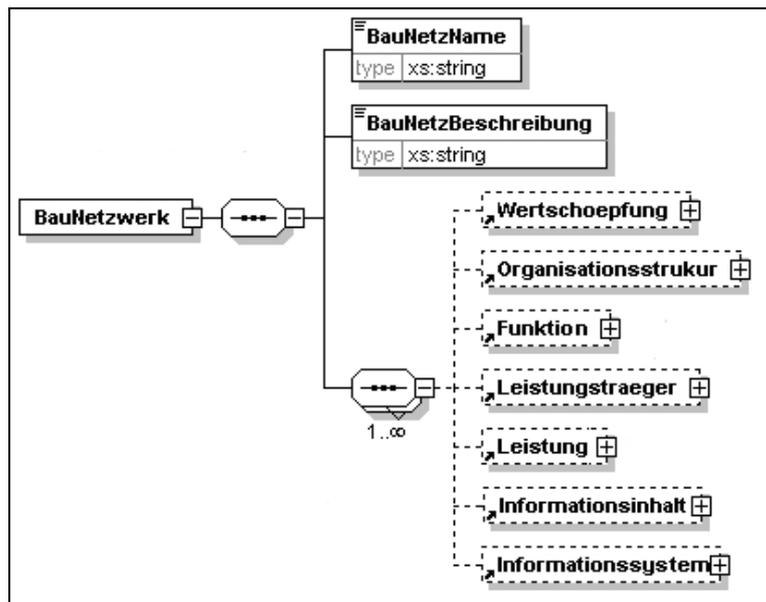


Abbildung 5.12: XML-Schema-Modell für das Makromodell des Bau-Netzwerks

Ein Ausschnitt für die Darstellung eines Teilmodells des Bau-Netzwerks als XML-Schema Modell wird in der Abbildung 5.13 für die Kategorie Organisationsstruktur gezeigt. Dieses gliedert sich in die Hauptelemente Organisationseinheit und Organisation.

In der Organisationseinheit werden die an einem Bauprojekt beteiligten Partner beschrieben. Das Element KategorieRelationen stellt Beziehungen zu den

⁶⁶ Notation siehe XML-Spy „User Manual and Programmers’ Guide“, Altova GmbH, 2005

Kategorien Wertschoepfung (Assoziation: isPartnerIn), Leistungstraeger (Assoziation: trittAufAls) und Leistung (Assoziation: istVerantwortlichFuer) des Bau-Netzwerks her.

In der Organisation kann der OrganisationsstrukturTyp (z. B. „Generalunternehmer“ oder „Generalplaner“) für die Wertschöpfungsphasen des Projektes festgelegt werden. Abhängig von dieser Festlegung erfolgt die Definition der Leistungsbeziehungen zwischen den Organisationseinheiten. Beispielsweise kann ein Generalunternehmer mehrere Nachunternehmer haben. Die Zuordnung der Organisationseinheiten zu den Unterelementen der Organisation erfolgt über die Assoziation istZugeordnet.

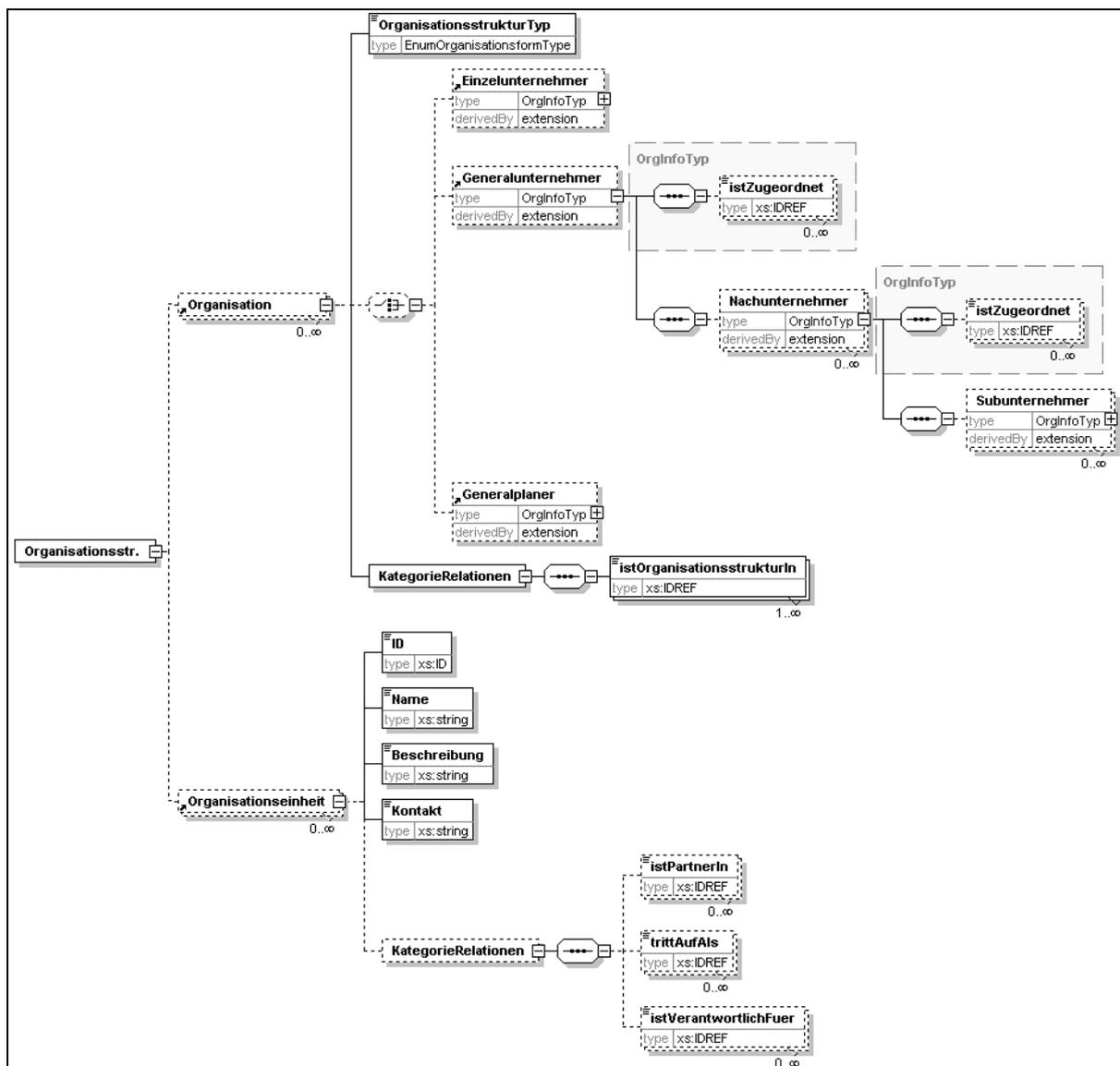


Abbildung 5.13: XML-Schema Modell für die Organisationsstruktur des Bau-Netzwerks

Ein Ausschnitt aus dem XML-Schema Dokument ist in der Abbildung 5.14 dargestellt. In diesem Beispiel wird die Struktur einer Organisationseinheit definiert. Hierfür erfolgt zunächst die Definition der Elemente OrgID, Name, Beschreibung

und Kontakt zur Identifizierung der Organisationseinheit. Durch das Element KategorieRelationen wird ein Verweis auf Assoziationen zu anderen Kategorien des Bau-Netzwerk-Schemas gesetzt. Diese Assoziationen werden anschließend mit Hilfe der Constraints key und keyref umgesetzt.

Durch das Constraint key werden Elemente und Attribute als eindeutige Schlüssel deklariert. In diesem Beispiel für das Schlüsselement OrgID. Der Constraint keyref wiederum kann auf diesen Schlüssel verweisen. Dadurch wird sichergestellt, dass es zu bestimmten Werten ein korrespondierendes, eindeutiges Element gibt. Beispielsweise wird durch die Fremdschlüsseldeklaration istPartnerIn auf die WertschoepfungID in der Kategorie Wertschoepfung verwiesen.

```
<...>
  <xs:element name="Organisationseinheit">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="OrgID" type="xs:ID"/>
        <xs:element name="Name" type="xs:string"/>
        <xs:element name="Beschreibung" type="xs:string"/>
        <xs:element name="Kontakt" type="xs:string"/>
        <xs:element name="KategorieRelationen" minOccurs="0">
          <xs:complexType>
            <xs:sequence>
              <xs:element name="istPartnerIn" type="xs:IDREF"/>
              <xs:element name="trittAufAls" type="xs:IDREF"/>
              <xs:element name="istVerantwortlichFuer" type="
                xs:IDREF"/>
            </xs:sequence>
          </xs:complexType>
          <xs:attribute name="vonKategorie" use="required" fixed="
            Organisationseinheit"/>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- Organisationseinheit Key -->
<xs:key name="OrganisationseinheitKey">
  <xs:selector xpath="Organisationseinheit"/>
  <xs:field xpath="OrgID"/>
</xs:key>
<!-- Organisationseinheit Associations -->
<xs:keyref name="OrgWertschAssociation" refer="WertschoepfungKey">
  <xs:selector xpath="BauNetz/Wertschoepfung/WertschoepfungID"/>
  <xs:field xpath="istPartnerIn"/>
</xs:keyref>
<xs:keyref name="OrgLeistungstraegAss" refer="LeistungstraegerKey">
  <xs:selector xpath="BauNetz/Leistungstraeg/LeistungstraegerID"/>
  <xs:field xpath="trittAufAls"/>
</xs:keyref>
<xs:keyref name="OrgLeistposAssociation" refer="LeistungsposKey">
  <xs:selector xpath="BauNetz/Leistung/BauLeistungID"/>
  <xs:field xpath="istVerantwortlichFuer"/>
</xs:keyref>
</xs:element>
<...>
```

Abbildung 5.14: XML-Schema Dokument zur Definition von Organisationseinheiten

In der Abbildung 5.15 ist eine Instanz des XML-Schemas aus Abbildung 5.14 für die Organisationseinheit „Dachdecker Heinze“ dargestellt.

```
<Organisationsstruktur>
  <Organisationseinheit>
    <OrgID>TH01234</OrgID >
    <Name>Dachdecker Heinze</Name>
    <Beschreibung>Regional tätig, ca.10 Mitarbeiter</Beschreibung>
    <Kontakt>Hansestr. 31, 01073 Dresden</Kontakt>
    <KategorieRelationen vonKategorie="Organisationseinheit">
      <istPartnerIn>Phase8</istPartnerIn>
      <trittAufAls>Bauunternehmen</trittAufAls>
      <istVerantwortlichFuer>Dachgeschoss</istVerantwortlichFuer>
    </KategorieRelationen>
  </Organisationseinheit>
  ...
</Organisationsstruktur>
```

Abbildung 5.15: XML-Instanz für eine Organisationseinheit

5.4. Entwicklung eines Vorgehensmodells

Wie im Basiskonzept des branchenspezifischen Frameworks (siehe Kapitel 5.2) dargestellt, kann die Instanziierung eines Bau-Netzwerk-Schemas durch ein Vorgehensmodell unterstützt werden. In einem solchen Vorgehensmodell wird die Reihenfolge für die Ausprägung der Elemente und Attribute des Bau-Netzwerk-Schemas festgelegt, um Inkonsistenzen und fehlende Eingaben zu vermeiden bzw. zu reduzieren.

Im Folgenden wird ein mögliches Vorgehensmodell entwickelt. Für die Entwicklung des Vorgehensmodells, werden zunächst die Anforderungen an dessen Modellierungsmethode identifiziert. Anschließend wird eine Möglichkeit zur Umsetzung des Vorgehensmodells mit einer Modellierungsmethode beschrieben und anhand eines Beispiels dargestellt.

5.4.1. Anforderungen an das Vorgehensmodell

Für die Anwendung des Bau-Netzwerk-Schemas in einem konkreten Projekt müssen die in den Teilmodellen definierten Konzepte (UML: „classes“), Konzepteigenschaften (UML: „attributes“), Konzeptrelationen (UML: „association“ und „generalization“) und Wertebereiche der Konzepteigenschaften (UML: „lists“) entsprechend den Projekterfordernissen instanziiert werden. Anschließend können die Teilmodelle nach den im Makromodell definierten Abhängigkeiten in Beziehung gesetzt werden. Dieser Ablauf soll durch das Vorgehensmodell gesteuert werden.

Bei der Definition des Vorgehensmodells ist insbesondere zu berücksichtigen, dass eine bestimmte Reihenfolge bei der Instanziierung eingehalten werden muss, um die Konsistenz und Anwendbarkeit des Bau-Netzwerk-Schemas sicherstellen zu können. Darüber hinaus sollte das Vorgehensmodell die Möglichkeit zur Modellierung von

Entscheidungen und Schleifen anbieten. Insgesamt ergeben sich sechs Anforderungen an die Modellierungsmethode des Vorgehensmodells:

Anforderung 1 - Sequenzen: Durch das Vorgehensmodell muss festgelegt werden können, in welcher Abfolge die Konzepte instanziiert werden.

Anforderung 2 - Relationen: Es muss festgelegt werden können, in welcher Abfolge Konzepte miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Anforderung 3 - Ergänzung von Konzepteigenschaften: Das nachträgliche Ergänzen von Konzepteigenschaften bei bereits instanziierten Konzepten muss möglich sein.

Anforderung 4 - Iterationen: Das Vorgehensmodell muss es zulassen, dass Konzepte und Konzeptrelationen mehrfach angelegt werden können.

Anforderung 5 - Unterscheidungen: Durch Fall-Entscheidungen soll der Ablauf der Instanziierung beeinflusst werden können.

Anforderung 6 - Parallelität: Es muss die Möglichkeit geben, dass die Reihenfolge der Instanziierung durch den Anwender bestimmt werden kann.

5.4.2. Darstellung des Vorgehensmodells

Bei der Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Instanziierung eines Bau-Netzwerk-Schemas ist es hilfreich, dessen Ablauf zunächst in einem visuellen Modell darzustellen, bevor dieses in eine Applikation überführt wird. Dieses Modell muss in der Lage sein, die beschriebenen Anforderungen abzubilden bzw. entsprechende Beschreibungskonstrukte anzubieten.

Auf Grund der Modellierung des Bau-Netzwerk-Schemas in Form eines UML-Klassendiagramms liegt es nahe, das UML-Sequenzdiagramm für Darstellung des Vorgehensmodells zu nutzen. Dieses wurde bereits im Kapitel 3.2.6 vorgestellt.

Durch die horizontale Dimension des UML-Sequenzdiagramms wird die Reihenfolge der Interaktion beschrieben (Anforderung 1). Durch die waagerechten Pfeile können die Beziehungen zwischen den Objekten definiert werden (Anforderung 2). Die Ergänzung von Konzepteigenschaften (Anforderung 3) kann durch einen Selbstaufruf in Form eines gekrümmten Pfeils realisiert werden. Iterationen (Anforderung 4), Unterscheidungen (Anforderung 5) und Parallelität (Anforderung 6) werden durch die Operatoren `loop`, `alt` und `par` umgesetzt. Deren Verwendung und Darstellung wird in der Abbildung 3.8 beschrieben.

5.4.3. Beispiel für ein Vorgehensmodell

Abbildung 5.16 zeigt einen Ausschnitt aus einem Vorgehensmodell zur Instanziierung eines Bau-Netzwerk-Schemas. Die einzelnen Schritte werden anschließend in der Abbildung 5.17 erläutert.

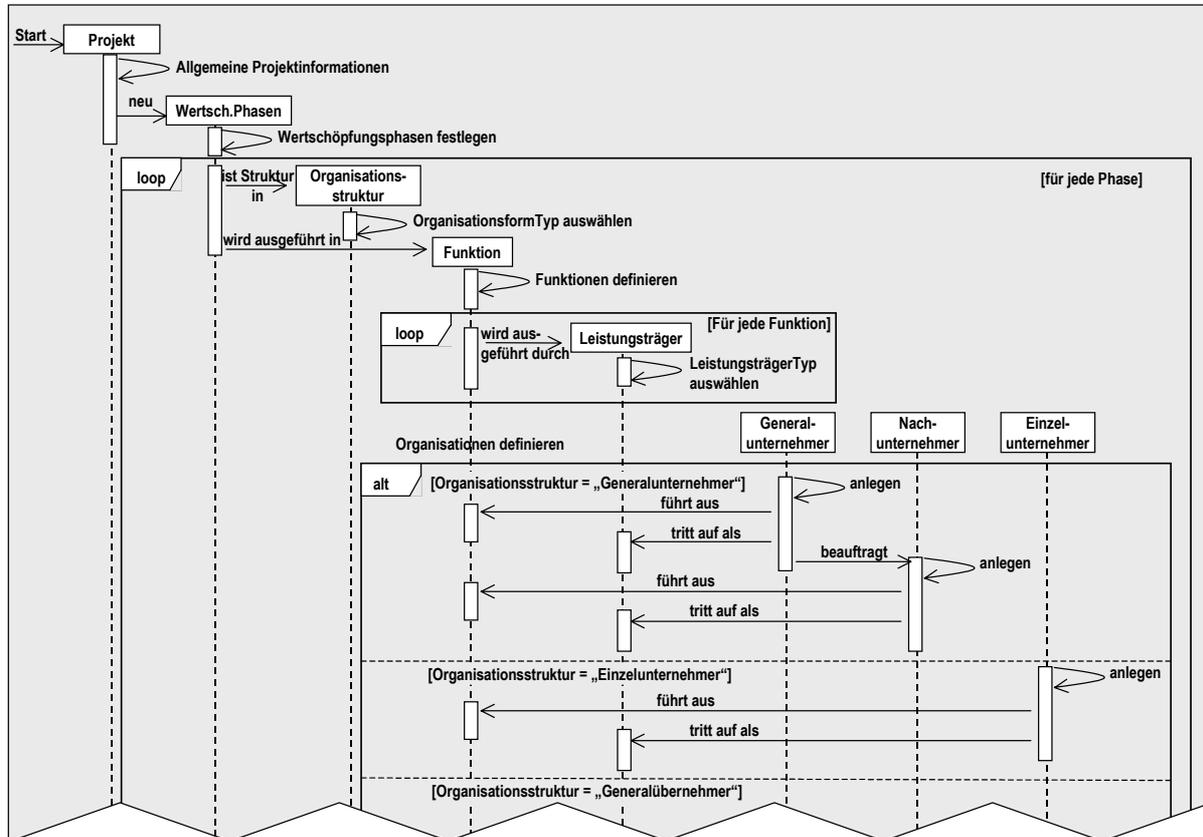


Abbildung 5.16: Vorgehensmodell zur Initialisierung eines Bau-Netzwerkes (Ausschnitt)

- 1: Festlegung allgemeiner Projektinformationen (z.B. Name und Typ)
- 2: Gliederung des Projektes in Wertschöpfungsphasen
- 3: LOOP für jede Wertschöpfungsphase
 - 3.1: Typ der Organisationsstruktur festlegen
 - 3.2: Festlegung der Funktionen
 - 3.3: Festlegung der Leistungsträger, die eine Funktion ausführen
 - 3.4: ALT-Bedingung, abhängig vom Typ der Organisationsstruktur:
 - Wenn Organisationsstruktur = „Generalunternehmer“
 - 3.4.1a: Generalunternehmer bestimmen (Name, Adresse, etc.)
 - 3.4.2a: Funktionen und Leistungsträger dem GU zuordnen
 - 3.4.3a: Nachunternehmer des GU bestimmen
 - 3.4.4a: Funktionen und Leistungsträger den NUs zuordnen
 - Wenn Organisationsstruktur = „Einzelunternehmer“
 - 3.4.1b: Einzelunternehmer bestimmen (Name, Adresse, etc.)
 - 3.4.1b: Funktionen und Leistungsträger zuordnen

Abbildung 5.17: Erläuterung des Vorgehensmodells aus Abbildung 5.16

5.5. Integration von Referenzinformationen

Wie bereits im Kapitel 3.3 diskutiert, kann die gemeinsame Nutzung von standardisierten bzw. in Unternehmen vorhandenen Informationsressourcen die Effizienz bei der Bearbeitung komplexer Aufgaben steigern. Durch die (Wieder-) Verwendung dieser kollektiven Informationen wird zum einen ein gemeinsames Begriffsverständnis in den unterschiedlichen Projekten sichergestellt und zum anderen kann der Aufwand bei der Informationserzeugung reduziert werden.

Auch bei der Instanziierung eines Bau-Netzwerk-Schemas hat der Zugriff auf gemeinsame Informationsressourcen Vorteile. Dabei ist es jedoch nicht sinnvoll, alle Informationen eines abgeschlossenen Projektes für das nächste Projekt zu instanzieren, da Bauprojekte in der Regel eine einmalige Projektstruktur aufweisen. Viel mehr ist die getrennte Speicherung logischer Projektsichten anzustreben. Hierfür bieten sich die im Bau-Netzwerk-Schema definierten Kategorien an. Die unterschiedlichen Inhalte der Kategorien des Bau-Netzwerk-Schemas können hierfür als Referenzinformationen in einem Repository⁶⁷ gespeichert werden.

Bei der Instanziierung des Bau-Netzwerk-Schemas für ein konkretes Projekt werden vom Anwender die benötigten Informationen aus dem Repository ausgewählt und zur Ausprägung der Klassen des Bau-Netzwerk-Schemas eingesetzt bzw. angepasst. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die Datenstruktur der Referenzinformationen mit der Datenstruktur der Teilmodelle des Bau-Netzwerk-Schemas übereinstimmen. Nur so kann sicher gestellt werden, dass die Informationen weitestgehend verlustfrei integriert werden können. Anderenfalls wird ein Mapping zwischen den Datenmodellen notwendig.

Bei den Referenzinformationen kann es sich sowohl um Informationen aus abgeschlossenen Projekten als auch um Informationen aus standardisierte Katalogen bzw. Klassifikationen handeln. Mögliche Referenzinformationen sind beispielsweise:

- Informationen aus abgeschlossenen Projekten
 - z. B. Organisationen (Namen, Adressen)
 - z. B. Projektstruktur (Etagen, Räume, Anlagen)
 - z. B. Informationssysteme (Ausschreibungsportal, PKS)
- Informationen aus Klassifikationen oder Katalogen
 - z. B. STL B für die Beschreibung von Funktionen
 - z. B. DIN 276 für die Beschreibung von Leistungen

Für die Beschreibung und Speicherung der Referenzinformationen stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung, z. B. XML-Dokumente oder Datenbanken. Nachfolgend wird ein Ausschnitt für die Beschreibung der Funktionen im STL B durch ein XML-Dokument gegeben.

⁶⁷ Unter einem Repository wird die zentrale Verwaltung sämtlicher Daten und Informationen in dem Framework verstanden.

```

<Funktionen>
...
<Funktion>
  <FunktionID>LB1</FunktionID>
  <FunktionName>Mauerarbeiten</FunktionName>
  <FunktionTyp>Ausführungsfunktion</FunktionTyp>
  <KategorieRelationen vonKategorie="Funktion"/>
  <istUnterfunktionVon>LPR</istUnterfunktionVon >
</Funktion>
<Funktion>
  <FunktionID>LB12</FunktionID>
  <FunktionName>Mauerwerk Mauersteine</FunktionName>
  <FunktionTyp>Ausführungsfunktion</FunktionTyp>
  <KategorieRelationen vonKategorie="Funktion"/>
  <istUnterfunktionVon >LB1</istUnterfunktionVon >
</Funktion>
...
</Funktionen>

```

Abbildung 5.18: Referenzinformationen für Funktionen - Beispiel STLB

5.6. Prototypische Umsetzung des Frameworks

Ziel der prototypischen Umsetzung des branchenspezifischen Frameworks ist es, ein System zu entwickeln, welches die Initialisierung der Kooperationsrandbedingungen in Bauprojekten möglichst flexibel unterstützt. Die prinzipiell technische Umsetzung des Frameworks ist in Abbildung 5.19 dargestellt.

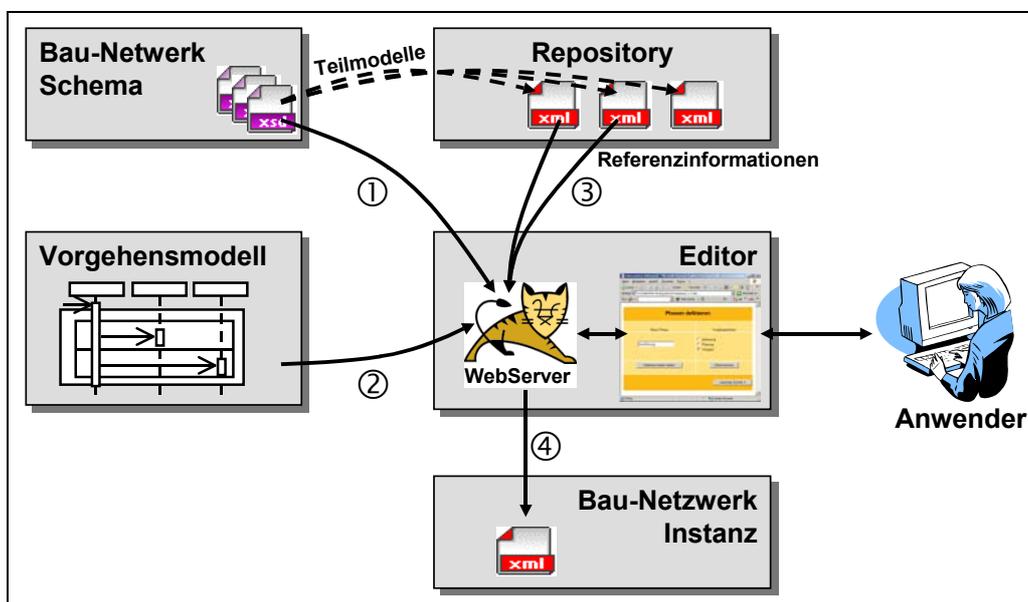


Abbildung 5.19: Prototypische Umsetzung des branchenspezifischen Frameworks

Zentrales Steuerungssystem des Frameworks ist ein Editor. Dieser *Framework-Editor* steuert die Zusammenstellung bzw. die Neueingabe der Informationen des Bau-Netzwerks. Dem Editor liegt das XML-Schema des Bau-Netzwerks zu Grunde und er wird durch ein Vorgehensmodell gesteuert. Mit Hilfe des Editors ist der Anwender in der Lage, das Bau-Netzwerk-Schema für ein konkretes Projekt zu instanzieren und

das Ergebnis als XML-Dokument auszugeben. Im Rahmen der Instanziierung können die Referenzinformationen aus dem Repository zum Einsatz kommen. Die Referenzinformationen sind als XML-Dokumente in dem Repository abgelegt und basieren auf den Teilmodellen des Bau-Netzwerk-Schemas.

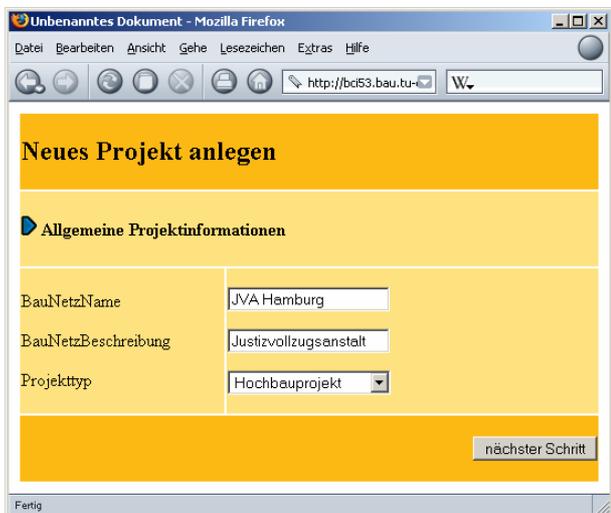
Die Steuerung der Instanziierung erfolgt mit Hilfe des Framework-Editors (siehe Kapitel 5.6.1). Auf den Framework-Editor kann der Anwender über einen Web-Browser zugreifen. Der Ablauf gestaltet sich folgendermaßen:

- ① Zunächst ist ein für das Projekt geeignetes Bau-Netzwerk-Schema auszuwählen oder anzupassen. Vorhandene Modellbeschreibungen sind als XML-Schema abgelegt.
- ② Ein für das ausgewählte Schema geeignetes Vorgehensmodell ist zu modellieren und im Web-Server umzusetzen. Die Darstellung des Vorgehensmodells kann sich an den Konstrukten des UML-Sequenzdiagramms orientieren.
- ③ Zur Unterstützung der Instanziierung des Bau-Netzwerk-Schemas kann auf die Referenzinformationen im Repository zurückgegriffen werden.
- ④ Ergebnis ist eine Bau-Netzwerk-Instanz, die als XML-Dokument ausgegeben wird.

5.6.1. Implementierung des Framework-Editors

Der Framework-Editor soll den Anwender bei der Initialisierung eines Bau-Netzwerks unterstützen. Hierfür wird das Vorgehensmodell in eine Applikation überführt, deren Ziel die Erstellung einer Bau-Netzwerk-Instanz ist. Im Folgenden werden Ausschnitte aus der Umsetzung des Framework Editors für das Vorgehensmodell aus Abbildung 5.16 beschrieben. Anhand der dargestellten Eingabemasken soll das prinzipielle Vorgehen und einige Möglichkeiten der Implementierung verdeutlicht werden.

Die Instanziierung eines Bau-Netzwerks beginnt mit der Beschreibung allgemeiner Projektinformationen wie dem Projektnamen und dem Projekttyp. Diese Informationen werden in der Regel nur einmal eingegeben und sollten über die gesamte Projektlaufzeit Bestand haben. Die Auswahl des Projekttypen kann dabei Auswirkungen auf die nachfolgenden Eingabemasken haben. So kann z. B. ein Hochbauprojekt eine andere Leistungsstruktur als ein Straßenbauprojekt aufweisen.



The screenshot shows a web browser window titled 'Unbenanntes Dokument - Mozilla Firefox'. The address bar contains 'http://bcd53.bau.tu-'. The main content area displays a form titled 'Neues Projekt anlegen' (Create New Project) with a yellow background. Below the title is a section 'Allgemeine Projektinformationen' (General Project Information). The form contains three input fields: 'BauNetzName' (Project Name) with the value 'JVA Hamburg', 'BauNetzBeschreibung' (Project Description) with the value 'Justizvollzugsanstalt', and 'Projekttyp' (Project Type) with a dropdown menu showing 'Hochbauprojekt'. A 'nächster Schritt' (Next Step) button is located at the bottom right of the form. The browser's status bar at the bottom shows 'Fertig' (Done).

Im nächsten Schritt werden die Wertschöpfungsphasen, welche das Projekt durchlaufen soll, festgelegt. Dabei kann auf Referenzinformationen, wie z. B. die HOAI-Phasen, zurückgegriffen werden. Zusätzlich können die Abhängigkeiten (hatVorgaengerWertschoepfungsPhase) zwischen den Phasen festgelegt werden. Diese Abhängigkeit wurde in dem Teilmodell Wertschöpfung definiert.

Für jede Wertschöpfungsphase wird eine Iteration (Loop) durchlaufen, in welcher alle relevanten Informationen dieser Phase definiert werden.

Anschließend kann der Typ der Organisationsstruktur für die gewählte Wertschöpfungsphase bestimmt werden.

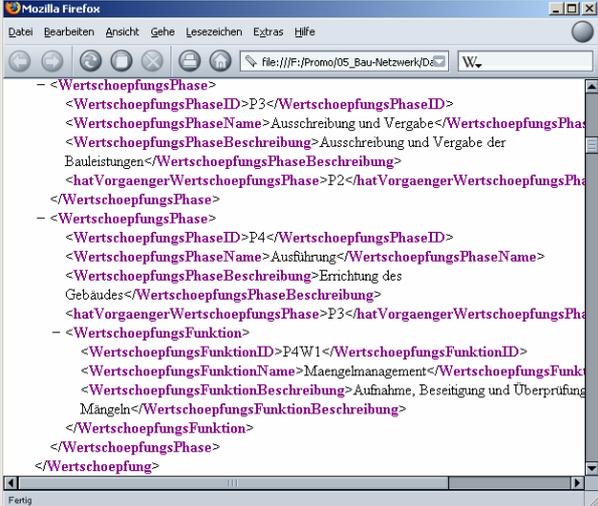
Durch entsprechende Filterregeln besteht die Möglichkeit, die Auswahl auf die in dieser Phase sinnvollen Organisationsstrukturen zu beschränken.

Die ausgewählte Organisationsstruktur hat wiederum Einfluss auf den weiteren Verlauf der Instanziierung. In der Organisationsstruktur „Generalunternehmer“ gibt es z. B. das Konzept „Nachunternehmer“.

Dieses Konzept ist dagegen in der Organisationsstruktur „Einzelunternehmer“ nicht vorhanden und wird daher nicht angezeigt.

Die Beziehungen zwischen den Teilmodellen wurden in dem Makromodell festgelegt. So wird durch die Relation wirdAusgefuehrtDurch eine Beziehung zwischen den Funktionen und den Leistungsträgern hergestellt.

Als Ergebnis des dargestellten Instanziierungsprozesses wird eine Bau-Netzwerk-Instanz als XML-Dokument ausgegeben. Diesem liegt dann das ausgewählte Bau-Netzwerk-Schema zugrunde.



```

- <WertschoepfungsPhase>
  <WertschoepfungsPhaseID>P3</WertschoepfungsPhaseID>
  <WertschoepfungsPhaseName>Ausschreibung und Vergabe</WertschoepfungsPhaseName>
  <WertschoepfungsPhaseBeschreibung>Ausschreibung und Vergabe der Bauleistungen</WertschoepfungsPhaseBeschreibung>
  <hatVorgaengerWertschoepfungsPhase>P2</hatVorgaengerWertschoepfungsPhase>
</WertschoepfungsPhase>
- <WertschoepfungsPhase>
  <WertschoepfungsPhaseID>P4</WertschoepfungsPhaseID>
  <WertschoepfungsPhaseName>Ausführung</WertschoepfungsPhaseName>
  <WertschoepfungsPhaseBeschreibung>Errichtung des Gebäudes</WertschoepfungsPhaseBeschreibung>
  <hatVorgaengerWertschoepfungsPhase>P3</hatVorgaengerWertschoepfungsPhase>
- <WertschoepfungsFunktion>
  <WertschoepfungsFunktionID>P4W1</WertschoepfungsFunktionID>
  <WertschoepfungsFunktionName>Mangelmanagement</WertschoepfungsFunktionName>
  <WertschoepfungsFunktionBeschreibung>Aufnahme, Beseitigung und Überprüfung Mängeln</WertschoepfungsFunktionBeschreibung>
</WertschoepfungsFunktion>
</WertschoepfungsPhase>
</Wertschoepfung>

```

Durch die Speicherung der erstellten Bau-Netzwerk-Instanz in einer Datenbank kann jederzeit und gezielt auf die Informationen zugegriffen werden. Außerdem lassen sich die Informationen zur Laufzeit an mögliche Änderungen im Projekt anpassen; z. B. wenn ein neuer Partner in das Projekt integriert werden soll. Ein weiterer Vorteil einer Datenbank ist, dass nicht immer alle Informationen übertragen und anschließend ausgewertet werden müssen. Viel mehr können gezielte Anfragen an die Datenbank gestellt werden, um eine gewünschte Information zu erhalten.

XML-Datenbanken können XML-Dokumente ohne aufwendige Konvertierungen speichern. Über eine Abfragesprache wie XSQL⁶⁸ kann auf die gespeicherten Daten zugegriffen werden. Als Ergebnis wird von der Datenbank ein XML-Dokument zurückgegeben, welches durch eine geeignete Applikation weiterverarbeitet werden kann.

⁶⁸ Kombination aus Extensible Markup Language (XML) und Structured Query Language (SQL)

6. Modellierung und Wiederverwendung von Prozessmustern

Die durchgängige, unternehmensübergreifende Informationsverarbeitung in einem Bauprojekt erfordert die enge Verknüpfung der eingesetzten Anwendungsprogramme. Die Anpassung der Anwendungsprogramme für einen gegebenen Projektkontext kann durch Geschäftsprozessmodelle unterstützt werden. Referenzprozessmodelle bieten eine erste Ausgangslösung für die Modellbildung. In diesem Kapitel wird ein Konzept vorgestellt, um unternehmensinternes Prozesswissen projektneutral und modular in Form von Prozessmustern beschreiben und speichern zu können. Durch die Entwicklung einer Methode zur Auswahl und Konfiguration von Prozessmustern, können diese für das Bau-Netzwerk in einem konkreten Bauprojekt ausgewählt und angepasst werden.

6.1. Ziele und Anforderungen

Nach der Initialisierung eines Bau-Netzwerks für ein konkretes Bauprojekt können die erhobenen Randbedingungen genutzt werden, um die operative Phase der Kooperation zu unterstützen. Ziel ist es, alle Projektbeteiligten in die Lage zu versetzen, ihre unternehmensinternen Prozessabläufe übergangslos miteinander zu verknüpfen. Dadurch sollen Informationsverluste und unnötige Aktivitäten minimiert werden. Die Umsetzung der unternehmensinternen Prozessabläufe kann mit Hilfe von Individual- und/oder Standardsoftware unterstützt werden. Da jedoch die meisten Bauprojekte einzigartig sind, kann es vorkommen, dass für ein neues Projekt die einzusetzende Software neu implementiert bzw. bestehende Systeme an die gegebenen Randbedingungen angepasst werden müssen. Das kostet Zeit und verursacht Kosten, ohne das eigentliche Bauvorhaben voranzubringen.

Für die Softwareentwicklung und -anpassung wird nach Krampe (1999) bis zu 60 % der Zeit für die Definition und den Entwurf der Software aufgewendet und lediglich 40 % für Implementierung und Test. Die Entwicklung von Geschäftsprozessmodellen kann dabei den Entwurfsprozess unterstützen, wobei durch die Verwendung von Referenzprozessen eine erhebliche Zeit- und damit Kosteneinsparung bei der Modellbildung erreicht werden kann. Dieses gilt insbesondere für Bauprojekte mit ständig neuen Randbedingungen und Kooperationspartnern in jedem neuen Projekt.

Durch den Einsatz von Referenzprozessen wird nach Lang (1997) die Verwirklichung folgender Ziele angestrebt:

- Das Vorhalten von qualitativ hochwertigen Prozessmodellen lässt positive Effekte bezüglich der Modellierungs- und Optimierungsqualität erwarten.
- Der Einsatz von Referenzprozessmodellen ermöglicht eine Vorgehensweise bei der Prozessgestaltung, die zu einer Reduktion von Zeitaufwand und Kosten führen kann. Anstelle einer detaillierten Aufnahme der Ist-Prozesse werden die projektspezifischen Anforderungen ermittelt.

Für den Einsatz von Referenzprozessmodellen in Bauprojekten ergeben sich die nachfolgend beschriebenen Anforderungen an die Modellierungsmethode und an die Wiederverwendung von Prozesswissen.

6.1.1. Anforderungen an die Geschäftsprozessmodellierung

Die Zusammenarbeit mehrerer zum Teil sehr heterogener Unternehmen in einem Bauvorhaben stellt hohe Anforderungen an die Modellierung und Ausführung der Prozessabläufe, da hier zwischen einer unternehmensinternen (lokalen) und einer unternehmensübergreifenden (globalen) Perspektive unterschieden werden muss. Jeder Partner betrachtet seinen Teil des kooperativen Prozesses, der sich mit den ihm zugeordneten Aufgaben deckt. Die Partner müssen hierfür ihre Prozesse an den Erfordernissen der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit ausrichten. Der Ausgestaltung der Schnittstellen für einzelne Prozessschritte kommt daher bei der Festlegung der Abläufe eine zentrale Bedeutung zu.

Bereits in den im Kapitel 2 vorgestellten Projekten „integriertes Client Server System für das virtuelle Planungsteam – iCSS“ (vgl. Juli & Scherer 2002 und Keller & Scherer 2003) und „Intelligent Services and Tools for Concurrent Engineering – ISTforCE“ (vgl. Katranuschkov et al. 2002b und Keller et al. 2002) wurde auf die Anforderungen an die Beschreibung unternehmensübergreifender Workflows in Bauprojekten eingegangen. In diesen Projekten erfolgte eine logische Trennung zwischen den globalen Projekt- und Prozessinformationen des Gesamtprojektes und den lokalen Projekt- und Prozessinformationen der Projektbeteiligten.

In der Abbildung 6.1 sind die Ebenen der Workflow-Beschreibung eines virtuellen Planungsteams aus dem Projekt iCSS dargestellt. Konzeptionell werden im iCSS die Planungsprozesse hierarchisch in die Workflow-Ebenen *Project*, *Workplan*, *Task* und *Sub-Task* gegliedert. Während es sich bei *Project* und *Workplan* um globale Informationen handelt, die für alle Projektpartner zugänglich sind, werden durch die *Sub-Tasks* die lokalen, unternehmensinternen Aufgaben beschrieben. Die Verknüpfung zwischen lokaler und globaler Workflow-Sicht erfolgt über die *Task*-Elemente. Ein *Task* ist einem *Workplan* zugeordnet und kann mehrere *Sub-Task* haben.

Dieser Zusammenhang spiegelt sich auch in dem Aufbau des Workflow-Management-Systems wider. Die Daten des globalen und des lokalen Workflows werden in getrennten Datenbank-Schemen gespeichert. Die Schnittstelle zwischen beiden Schemen ist das *Task*-Element. Während die globalen Workflow-Daten von allen

Projektpartnern eingesehen werden können, sind die lokalen Workflow-Daten nur den Mitarbeitern eines Unternehmens zugänglich.

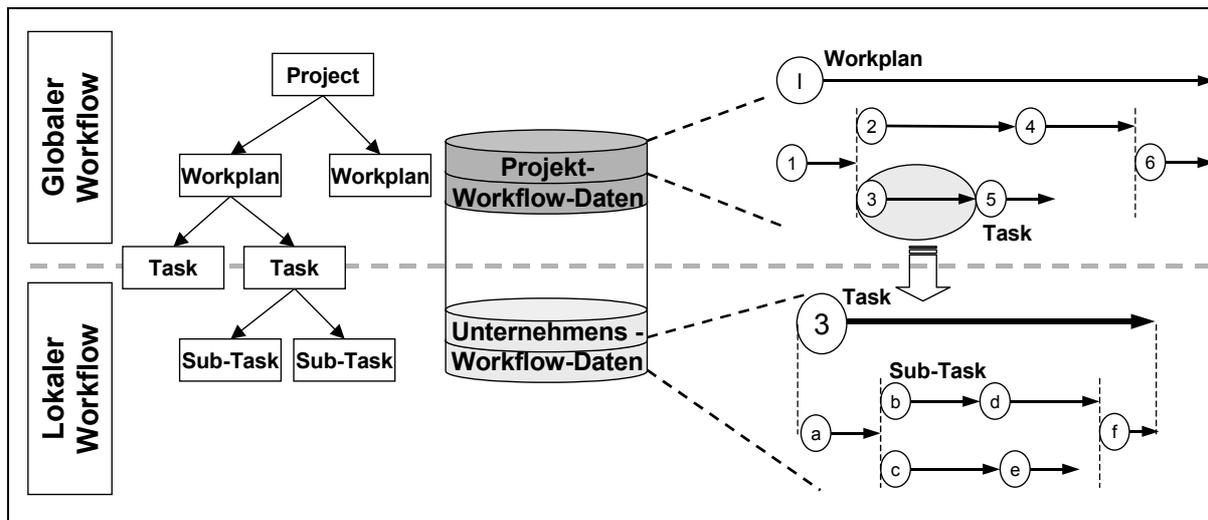


Abbildung 6.1: Gliederung von Prozessen im virtuellen Planungsteam im Projekt iCSS

Bei der Entwicklung des Workflow-Managements im Projekt iCSS wurden drei Rollen im virtuellen Planungsteam identifiziert (Menzel et al. 2004): Projektmanager, Gruppenleiter und Fachplaner. Deren Funktionen sind in der Tabelle 6.1 beschrieben.

Rolle	Funktionen
Projektmanager	<ul style="list-style-type: none"> - Verantwortlich für ein Projekt - Koordiniert den globalen Workflow - Definiert <i>Tasks</i> und <i>Workplans</i> und kann diese ändern
Gruppenleiter	<ul style="list-style-type: none"> - Vertreter eines Projektpartners nach außen - Definiert <i>Sub-Tasks</i> und kann diese an die Mitarbeiter verteilen
Fachplaner	<ul style="list-style-type: none"> - Mitarbeiter im einem beteiligten Unternehmen - Zuständig für die Bearbeitung der <i>Sub-Tasks</i>

Tabelle 6.1: Rollen des virtuellen Planungsteams im Projekt iCSS (nach Menzel et al. 2004)

Analog zum beschriebenen Workflow-Management in Bauprojekten muss auch bei der Geschäftsprozessmodellierung eine Trennung zwischen globalen und lokalen Prozessen realisiert werden. Dabei ist es wichtig, dass die Prozessinformationen so aufbereitet werden, dass zum einen aus der Masse der Daten die relevanten Informationen herausgefiltert werden und zum anderen die unternehmenskritischen Daten für andere Partner verborgen bleiben. Hierfür sind die lokalen Prozesse über definierte Schnittstellen miteinander zu verknüpfen, ohne die internen Abläufe an die Kooperationspartner preisgeben zu müssen.

6.1.2. Anforderungen an die Wiederverwendung von Prozesswissen

Die Modellierung von Geschäftsprozessen erfordert beides: Kenntnis über die zu modellierenden Prozessabläufe und Kenntnis über die eingesetzten Modellierungsmethoden. Daher sollten, um das erzeugte Prozesswissen konservieren und erneut nutzen zu können, die entwickelten Prozessmodelle in einer möglichst allgemeingültigen und wieder verwendbaren Form gespeichert werden. Dieser Ansatz wird mit der Entwicklung von Referenzprozessmodellen verfolgt (vgl. Kapitel 3.3.2).

Durch die Differenzierung in eine lokale und globale Ebene der Geschäftsprozessmodellierung ist es jedoch nicht sinnvoll einen Referenzprozess für die gesamte unternehmensübergreifende Wertschöpfung zu entwickeln, da die beteiligten Unternehmen zumeist ihre eigenen Prozessabläufe entwickelt haben. Demzufolge sollte sich der Gesamtprozess aus gekapselten Referenzprozessbausteinen bzw. Referenzprozessmustern zusammensetzen.

Um den Zugang zu dem Wissen zu verbessern, das in den Referenzprozessmustern enthalten ist, müssen Methoden entwickelt werden, welche die Auswahl und Anpassung der Referenzmodelle an die projektspezifischen Kooperationsrandbedingungen unterstützen. Diese Randbedingungen werden dabei durch unternehmens- oder projektspezifische Eigenschaftsparameter dargestellt. Die Auswahl und Anpassung der geeigneten Referenzmodellversion wird mittels dieser Parameter durchgeführt.

6.2. Modellierung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse

Basis für ein unternehmensübergreifendes Geschäftsprozessmanagement ist die gemeinsame Verwendung von kompatiblen Modellierungsmethoden, sowie die Modellierung auf einer einheitlichen Abstraktionsebene. Nur so kann eine durchgängige Verzahnung der unternehmensübergreifenden mit den unternehmensinternen Prozessabläufen sichergestellt werden. Verschiedene Ansätze werden zur Lösung dieser Problemstellung im wissenschaftlichen Umfeld und in der Praxis diskutiert, z. B. C-Business Scenario-Diagramme⁶⁹, FUNSOFT-Netze⁷⁰ und XML-Nets⁷¹.

Eine Methode zur Modellierung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, welche das ARIS-Konzept aufgreift, ist die so genannte *Prozessmodulkette* (PMK). Der Vorteil dieser Modellierungsmethode ist zum einen die vergleichsweise übersichtliche Darstellung komplexer Zusammenhänge, zum anderen bietet sie die

⁶⁹ Die SAP AG bezeichnet kollaborative Geschäftsprozesse als „C-Business Scenarios“. Zur fachkonzeptionellen Modellierung hat sie die Methode der C-Business Scenario-Diagramme entwickelt.

⁷⁰ Entwickelt von der Fraunhofer-Gesellschaft (Institut für Software- und Systemtechnik).

⁷¹ XML-Netze sind eine Variante höherer Petri-Netze. Sie ermöglichen die integrierte Modellierung von E-Business-Prozessen und prozessrelevanten XML-Dokumenten.

Möglichkeit zur Komposition eines Gesamtprozesses aus unabhängigen Modulen an. Im Folgenden wird die Prozessmodulkette vorgestellt, um die Möglichkeit zur Verkettung lokaler Geschäftsprozesse zu einem unternehmensübergreifenden Gesamtprozess zu demonstrieren.

6.2.1. Die Prozessmodulkette

Die Prozessmodulkette ist eine Erweiterung der eEPK und baut auf einen Ansatz von Klein et al. (2004) auf. Sie bildet einen globalen Gesamtprozess über die komplette Kooperation ab und stellt damit allen Prozessbeteiligten das Wissen über den Prozess zur Verfügung (Hofer et al. 2005). Zur Abstraktion der Prozessinformationen wird die eEPK um den Objekttypen Prozessmodul erweitert.

Definition 6.1 Modul: *Ein Modul ist in der Technik ein Bauteil eines größeren Baukastensystems. In der Informatik ist ein Modul ein eigenständiger Programmkonstrukt, der eine Entwurfsentscheidung realisiert. Module werden hauptsächlich verwendet, um sie leicht gegen andere Module austauschen zu können oder neue Module zum Ganzen hinzuzufügen. Es fasst die Realisierung einer fachlichen Funktion zusammen und wird über eindeutige Schnittstellen mit weiteren Modulen gekoppelt.*

Definition 6.2 Prozessmodul: *Ein Prozessmodul ist eine geschlossene logische Gesamtheit, die eine betriebswirtschaftlich sinnvolle und eindeutig abgegrenzte Komponente einer Leistung darstellt. Ein Prozessmodul stellt einen selbstständigen organisatorischen Verantwortungsbereich dar.*

Ziel der Modularisierung des Leistungsprozesses ist es, die komplexe monolithische Gestalt des Gesamtprozesses aufzubrechen und in einzelne, handhabbare Module zu segmentieren (Thomas & Scheer 2002). Sie dienen der modellhaften Beschreibung realer Sachverhalte und legen unter anderem fest, welche Aktivitäten in welcher Reihenfolge zur Ausführung kommen. Beim Einsatz von Prozessmodulen zur Darstellung unternehmensübergreifender Geschäftsabläufe steht nicht die detaillierte Beschreibung einzelner Aktivitäten, sondern vielmehr die Abbildung von wechselseitigen Abhängigkeiten und Schnittstellen im Mittelpunkt (Klein et al. 2004).

In einer PMK werden die einzelnen Prozessmodule durch Pfeile dargestellt (siehe Tabelle 6.2). Jedem Prozessmodul kann eine Wertschöpfungseinheit zugeordnet werden, die für die Durchführung der Aufgabe verantwortlich ist. Die einzelnen Prozessmodule werden durch Schnittstellen miteinander verbunden. Informationsobjekte definieren den Output des letzten Moduls und den Input des folgenden Moduls und werden den Schnittstellen zugeordnet. Die Prozessmodule und Schnittstellen können über logische Konnektoren miteinander verbunden werden.

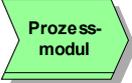
Element	Erläuterung
	Ein Prozessmodul beschreibt eine Funktion innerhalb der PMK.
	Die Schnittstelle verbindet einzelne Module.
	Die Wertschöpfungseinheit fasst mehrere Organisationseinheiten zusammen, die in ihrer Gesamtheit eine abgeschlossene Leistung produzieren.
	Das Informationsobjekt stellt die Daten oder Dokumente dar, die den Output eines Moduls und den Input des folgenden Moduls beschreiben.

Tabelle 6.2: Elemente der Prozessmodulkette

Durch die Prozessmodulketten besteht die Möglichkeit, komplexe Leistungen vergleichsweise übersichtlich und nachvollziehbar abzubilden. Sie bildet den globalen Gesamtprozess über die Wertschöpfungsphasen eines Projektes ab und stellt damit allen Prozessbeteiligten das Wissen über den Prozess zur Verfügung. Für die Entwicklung einer PMK kann auf die Kooperationsrandbedingungen (Aufbauorganisation, Projektstruktur, Wertschöpfung und IT-Infrastruktur) aus dem Bau-Netzwerk zurückgegriffen werden.

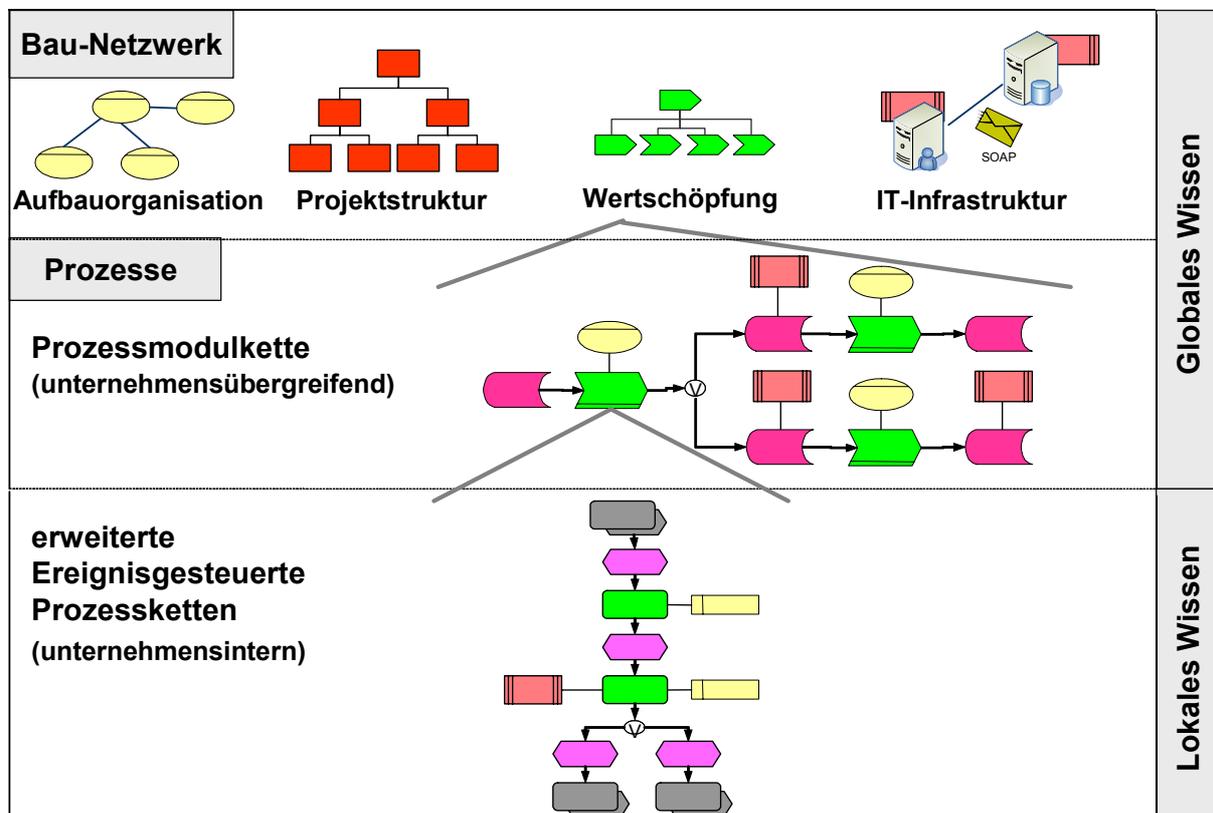


Abbildung 6.2: Zusammenhang zwischen Bau-Netzwerk, Prozessmodulkette und eEPK

Jedem Prozessmodul ist wiederum ein detailliertes Prozessmodell in der Form einer erweiterten Ereignisgesteuerten Prozesskette hinterlegt. Die in den einzelnen Modulen abgebildeten eEPK können mit dem Prozessverlauf in einem Unternehmen gleichgesetzt werden (Hofer et al. 2005). Der Zusammenhang zwischen Bau-Netzwerk, Prozessmodulkette und eEPK ist in der Abbildung 6.2 dargestellt und wird in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert.

Aufgrund ihrer Eigenschaft, dass die einzelnen Prozessmodule eine logisch abgeschlossene Einheit bilden und die zwischen den einzelnen Modulen befindlichen Schnittstellen sowohl Output- als auch Input-bezogene Daten angrenzender Module enthalten, eignen sich Prozessmodulketten besonders zur Abbildung unternehmensübergreifender Prozessabläufe (Vanderhaeghen et al. 2005).

Zur Beschreibung der unternehmensinternen Prozessabläufe innerhalb der Prozessmodule müssen diese jeweils für ein konkretes Projekt neu modelliert bzw. aufwendig angepasst werden. Um den hierfür notwendigen Modellierungsaufwand zu reduzieren, wird der Einsatz von Referenzprozessen als sinnvoll erachtet. Dazu müssen die lokalen Prozessmodelle zunächst in einer flexiblen, generischen Form abgelegt werden, um sie anschließend an den projektspezifischen Anwendungskontext anpassen zu können. Dieses soll durch die Entwicklung von Prozessmustern erfolgen.

6.3. Entwicklung von Prozessmustern

Um die Wiederverwendbarkeit von Prozessmodellen in unterschiedlichen Projekten gewährleisten zu können, müssen diese in Form allgemeingültiger, projektunabhängiger Standardprozesse definiert werden. Wie bereits im Kapitel 3.3.2 diskutiert wurde, repräsentieren Referenzprozessmodelle ideale, von einem Unternehmens-einzelfall abstrahierte Abläufe. Durch die Entwicklung solcher Referenzprozesse kann einem Anwendungssystemgestalter⁷² geholfen werden, die unternehmensinternen Applikationen und Workflowsysteme an die globalen Randbedingungen eines konkreten Projektes anzupassen, um mit den IT-Systemen der Projektpartner zu kommunizieren.

Durch die Entwicklung von Referenzprozessmodellen in Form von Bausteinen können in sich geschlossene logische Einheiten für die Beschreibung begrenzter Teilleistungen zur Erfüllung der Projektziele gebildet werden. Diese Referenzprozessbausteine werden in Anlehnung an die Entwurfsmuster in der Architektur und der Softwareentwicklung im weiteren Verlauf der Arbeit als Prozessmuster (PM) bezeichnet.

Definition 6.3 Entwurfsmuster: „Jedes Entwurfsmuster (engl. design pattern) beschreibt ein in unserer Umwelt beständig wiederkehrendes Problem und erläutert

⁷² Ein Anwendungssystemgestalter hat nach Becker et al. (2002b) die Aufgabe, Arbeitsabläufe so zu gestalten, dass Anwendungssysteme sie geeignet unterstützen, z. B. durch die Festlegung der Reihenfolge der Schritte, die zur Erfassung von Baumängeln benötigt werden.

den Kern der Lösung für dieses Problem, so dass Sie diese Lösung beliebig oft anwenden können.“ (Alexander 1977)

Entwurfsmuster stellen im Allgemeinen eine abstrakte Beschreibung eines Entwurfsproblems dar. Entstanden ist der Ausdruck in der Architektur⁷³, von wo er für die Softwareentwicklung übernommen wurde. Generell sollte die Dokumentation eines Entwurfs-musters ausreichende Informationen über das Problem, welches das Muster behandelt, über den Kontext der Anwendung und über die vorgeschlagene Lösung bereitstellen. Entwurfsmuster können in unterschiedlichen Abstraktionsniveaus beschrieben werden. Ein Beschreibungsschema für ein Entwurfsmuster sollte nach Gamma et al. (1996) folgende vier Elemente beinhalten:

- Mustername
- Problemabschnitt: Beschreibt, wann das Muster anzuwenden ist, welches Problem adressiert wird und was sein Kontext ist.
- Lösungsbeschreibung: Beschreibt die Elemente aus denen der Entwurf besteht, sowie ihre Beziehungen, Zuständigkeiten und Interaktionen.
- Konsequenzabschnitt: Beschreibt die Konsequenz der Musteranwendung durch die Auflistung der Vor- und Nachteile des resultierenden Entwurfs.

Analog zu den Entwurfsmustern sollen die Prozessmuster für die Durchführung einer Menge von Aufgaben vordefiniert und an unterschiedliche Projektkontexte anpassbar sein. Für die Auswahl und Anpassung der PM können die in der Initialisierungsphase erzeugten Kooperationsrandbedingungen des Bau-Netzwerks genutzt werden. Ziel ist es, den unternehmensübergreifenden Gesamtprozess aus lokalen Prozessmustern zusammenzusetzen.

Prozessmuster sind generisch, d. h. aus der vom Anwendungszusammenhang losgelösten Beschreibung des PM können eine Vielzahl von Prozesskonsequenzen generiert werden. Dafür müssen die PM während der Anwendung durch geeignete Konfigurationsregeln in den jeweiligen Anwendungszusammenhang gebracht werden. Die Interaktion der PM mit ihrer Umwelt sollte über definierte Beziehungen an den Eingangs- und Ausgangsschnittstellen erfolgen. Die Definition dieser Schnittstellen zu vor- und nachgelagerten Prozessmustern stellt eine Grundlage zur Komposition projektindividueller Prozessketten dar. Zur Verwaltung und damit dem einfachen Zugriff auf die Prozessmuster sollten diese in einem Prozess-Repository gespeichert werden.

⁷³ Der Architekt Christopher Alexander hat unterschiedliche und komplexe Architektur Aspekte und -strukturen zu logischen Entwurfsmustern zusammengeführt. Diese Muster-Sprache mit 253 Mustern wird in seinem Buch „A Pattern Language“ (Alexander 1977) beschrieben.

6.3.1. Mögliches Anwendungsszenario für Prozessmuster

Anhand eines Anwendungsszenarios soll der mögliche Einsatz von Prozessmustern zur Unterstützung der unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessmodellierung und -ausführung aufgezeigt werden, um daraus Anforderungen an die Prozessmuster ableiten zu können. Dieses Szenario ist in der Abbildung 6.3 dargestellt.

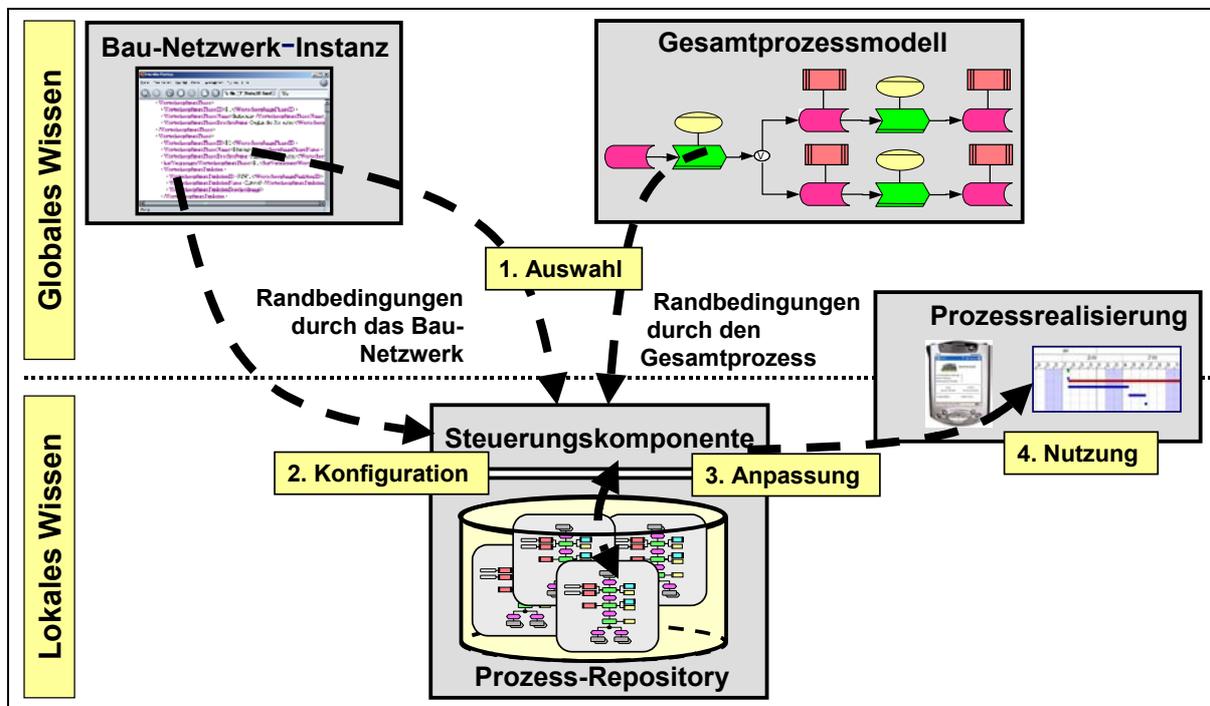


Abbildung 6.3: Anwendungsszenario für den Einsatz von Prozessmustern

Ziel im Anwendungsszenario ist es, einen Projektpartner bei der Anpassung bzw. Implementierung seiner lokalen Anwendungssysteme zu unterstützen, damit diese in den unternehmensübergreifenden Prozessablauf integriert werden können. Hiefür werden die Projektinformationen zunächst in globales und lokales Wissen eingeteilt.

Das globale Projektwissen steht allen Projektpartnern zur Verfügung. Dabei handelt es sich zum einen um die Kooperationsrandbedingungen, welche in einer *Bau-Netzwerk-Instanz* abgebildet werden. Zum anderen wird durch das globale *Gesamtprozessmodell* der unternehmensübergreifende Prozessablauf beschrieben. Die Darstellung kann z. B. in Form einer Prozessmodulkette erfolgen. Durch die Prozessmodulkette wird definiert, welche Organisationseinheit welche Leistungen zu erfüllen hat und wie diese Leistungen mit den Leistungen der anderen Projektbeteiligten in Beziehung stehen.

Das lokale Wissen wird in dem Anwendungsszenario durch die in einem Unternehmen vorhandenen Prozessmuster repräsentiert. Diese beschreiben die unternehmensinternen Prozessabläufe und somit dessen Kompetenzen. Die Prozessmuster sind in einem *Prozess-Repository* abgelegt, auf welches über eine *Steuerungskomponente* zugegriffen werden kann.

Im dargestellten Anwendungsszenario werden die vier Phasen zur Anwendung von Referenzmodellen (vgl. Kapitel 3.3.2) durchlaufen. Diese sind: Auswahl, Konfiguration, Anpassung und Nutzung.

In der **Auswahl**-Phase werden zunächst die Randbedingungen, der so genannte Anwendungskontext, für das einzusetzende Prozessmuster bestimmt. Dieser Anwendungskontext setzt sich zusammen aus den Projektinformationen der Bau-Netzwerk-Instanz und den Prozessinformationen des Gesamtprozesses. Diese Informationen können durch die Steuerungskomponente aus den globalen Informationen abgefragt und zur Auswahl eines geeigneten Prozessmusters interpretiert werden.

Aus der Bau-Netzwerk-Instanz werden die für die Auswahl relevanten Kooperationsbedingungen extrahiert. Dabei kann es sich z. B. um die Organisationsstruktur in der gegenwärtigen Projektphase oder um die im Projekt eingesetzten unternehmensübergreifenden Informationssysteme (z. B. Dokumentenmanagementsystem, Projektkommunikationssystem oder Ausschreibungsportal) handeln.

Durch das Gesamtprozessmodell wird festgelegt, welche Schnittstellen das zu integrierende Prozessmuster haben muss, damit es mit seinen Vorgängern und Nachfolgern kommunizieren kann. Dabei kann es sich sowohl um Ereignisse (Vorbereitung oder Resultat von Funktionen) als auch um Nachrichten oder Dokumente handeln. Damit stellen die Bau-Netzwerk-Instanz und das Gesamtprozessmodell den Kontext für die Auswahl der Prozessmuster bereit. Anschließend kann ein passendes Prozessmuster aus dem Prozess-Repository ausgewählt werden.

Nachdem ein geeignetes Prozessmuster ausgewählt wurde, erfolgt in der Phase der **Konfiguration** die Angleichung an das konkrete Projekt über definierte Parameter. Das bedeutet, von dem Prozessmuster wird eine konfigurationsspezifische Modellvariante abgeleitet. Hierfür kann wiederum auf das Wissen in der Bau-Netzwerke-Instanz zurückgegriffen werden. Folglich ist für jedes Prozessmuster zu definieren, welche Informationen des Bau-Netzwerks für dessen Konfiguration benötigt werden.

Auf Grundlage des ausgewählten und konfigurierten Prozessmusters kann die **Anpassung** bzw. Implementierung der unternehmenseigenen Anwendungsprogramme an die projektspezifischen Randbedingungen erfolgen. D. h. in der Phase der Anpassung wird eine (manuelle) Modifikation der zur Prozessunterstützung eingesetzten Anwendungsprogramme durch den Anwendungssystemgestalter vorgenommen. Lang (1997) bezeichnet diesen Vorgang auch als Customizing.

Die entstandenen Geschäftsprozesse bzw. deren IT-Realisierungen werden in der abschließenden **Nutzungs**-Phase instanziiert, um zur Steuerung der lokalen Prozesse eingesetzt werden zu können. Auf einer bilateralen Grundlage können die lokalen Anwendungssysteme nun über die in der Bau-Netzwerk-Instanz definierten Protokolle und Schnittstellen kommunizieren und damit den Gesamtprozess realisieren.

6.3.2. Anforderungen und Lösungsansätze für Prozessmuster

Aufgrund des beschriebenen Anwendungsszenarios und den in Kapitel 3.3.2 identifizierten Anforderungen an Referenzprozessbausteine ergeben sich diverse formale Ansprüche und erste Lösungsansätze für die Beschreibung der Prozessmuster.

Modularität

Modulare Prozessmuster liegen vor, wenn diese abgeschlossene logische Einheiten bilden. Das Ziel eines PM ist die Realisierung einer abgrenzbaren (Teil-)Leistung, die sich in eine übergeordnete Leistung einordnet. Ein modular gebildetes PM zeichnet sich in einer Außenansicht durch geringe Kohäsion, hingegen in einer Innenansicht durch eine hohe Kohäsion aus.

Prozessmuster sollten die wesentlichen Schritte des Projektablaufs beschreiben, ohne dass die unternehmensinterne Ausführung oder die Verantwortlichkeit auf Abteilungsebene in den einzelnen Mustern für externe Partner ersichtlich ist. Die unternehmensinternen Prozessabläufe werden innerhalb der Prozessmuster beschrieben. Daher sollte eine Beschreibung der Prozessmusterinhalte über neutrale an das Prozessmuster angehängte Metainformationen erfolgen.

Wiederauffindbarkeit

Um ein für einen spezifischen Projektkontext geeignetes Prozessmuster auswählen zu können, müssen die erforderlichen Kontextinformationen für jedes PM spezifiziert werden. Diese Anwendungskontexte sind Projektmerkmale und Eigenschaften, wie z. B. Organisationsstrukturtyp oder Projekttyp. Die damit angestrebte Wiederauffindbarkeit erfordert ein adäquates Ordnungssystem, durch welches die PM strukturiert abgelegt werden können.

Mit Hilfe von Metainformationen für die PM kann festgelegt werden, welche Randbedingungen eine Projektkooperation erfüllen muss, damit das PM eingesetzt werden kann. Voraussetzung hierfür ist eine semantische Vergleichbarkeit der Modellinformationen des Bau-Netzwerks mit den Kontextinformationen der Prozessmuster. Durch das im Kapitel 5 entwickelte Bau-Netzwerk-Schema wurde ein mögliches Ordnungssystem zur Beschreibung der Kooperationsrandbedingungen von Bauvorhaben entwickelt. Dadurch kann die Bau-Netzwerk-Instanz eines Projektes zur Auswahl der PM genutzt werden.

Schnittstellen

Die in dem globalen Prozessmodell definierten Abläufe sollen auf lokaler Ebene mit Hilfe der Prozessmuster realisiert werden. Hierfür müssen die lokalen Prozesse bei den unterschiedlichen Projektpartnern über Schnittstellen miteinander verbunden werden. Diese Schnittstellen stellen die Beziehung eines Teilprozesses zum Output des vorher-

gehenden Teilprozesses und zum Input des folgenden Teilprozesses her. An diesen Schnittstellen müssen somit die Ereignisse und Informationen definiert werden, die für die Umsetzung des Teilprozesses notwendig sind. Die Definition der Schnittstellen sollte im PM auf einer fachkonzeptionellen Ebene erfolgen, um für die projektspezifische Anwendung entsprechend den Kooperationsrandbedingungen dv-technisch umgesetzt werden zu können.

Konfigurierbarkeit

Unterschiedliche Einsatzbedingungen und projektspezifische Anforderungen erfordern eine flexible Anpassbarkeit der PM, um in den Gesamtprozess eines Bauprojektes integriert werden zu können. Hierfür muss das ausgewählte PM für die spezifische Anwendungssituation konfiguriert werden können.

Daher sind die PM derart zu gestalten, dass diese flexibel an die Randbedingungen eines bestehenden Bau-Netzwerkes angepasst werden können. Durch Metainformationen können diejenigen Parameter definiert werden, die für die Instanziierung des Prozessmusters benötigt werden. Zum Beispiel sollte definiert werden können, dass zur Anwendung eines Prozessmusters die Informationen über ein „Ausschreibungsportal“ (dabei kann es sich z. B. um die IP-Adresse des Servers sowie die durch den Server angebotenen Services handeln) benötigt werden. Diese Informationen müssen aus der Bau-Netzwerk-Instanz extrahiert werden können.

Abstraktion

Bei der Modellierung der PM ist ein angemessener Ausgleich zwischen Allgemeingültigkeit und projektspezifischer Anwendung zu finden (Becker et al. 2002b). Eine geringe Abstraktion kann zu einer hohen Anzahl von nur marginal unterschiedlichen PM führen, womit die Gefahr wächst, das geeignete PM aufgrund der Prozessmusterfülle und der Individualität nicht zu finden sind. Andererseits kann eine geringe Abstraktion den Anpassungsaufwand an projektspezifische Gegebenheiten reduzieren. Ein PM mit hoher Abstraktion kann wiederum sehr flexibel für eine Reihe von Problemstellungen eingesetzt werden. Zum Beispiel kann definiert werden, dass ein Prozessmuster sowohl die Organisationsstruktur „Generalunternehmer“ als auch die Organisationsstruktur „Einzelunternehmer“ unterstützt. Der Anpassungsaufwand erhöht sich jedoch mit steigender Allgemeingültigkeit.

Ein Ansatz für ein ausgeglichenes Abstraktionsniveau für PM ist die Abgrenzung der Perspektiven, d. h. nicht alle möglichen Aspekte und Ausprägungen werden berücksichtigt, sondern in Perspektiven, wie Wertschöpfungsphasen, Organisationsstruktur oder IT-Infrastruktur, geclustert. Ein weiterer Ansatz zur Reduktion der Komplexität besteht darin, keine beliebigen Möglichkeiten der Anpassungen der Referenzmodelle zuzulassen, sondern nur bestimmte Konfigurationsmechanismen.

6.3.3. Design der Prozessmuster

Den Kern eines Prozessmusters bildet ein Geschäftsprozessmodell zur Beschreibung des zeitlogischen Ablaufs unternehmensinterner Aufgaben. Die Beschreibung der Aufgaben sollte auf einem abstrakten Niveau erfolgen, so dass das Prozesswissen durch Konfiguration in unterschiedlichen Projektkontexten wieder verwendet werden kann. Die Darstellung des Prozessmodells kann beispielsweise durch eine erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette erfolgen.

Die Konfiguration des Prozessmusters wird dabei über generische Maßnahmen umgesetzt, d. h. bei der Anwendung der Prozessmuster erfolgt keine perspektiven-spezifische Anpassung des Referenzmodells (vgl. Becker et al. 2002a und Krampe 1999), sondern eine Anpassung über Instanzparameter. Dieser Ansatz wurde gewählt, da das generische Referenzprozessmodell - in diesem Fall das Prozessmuster - und das projektspezifische Prozessmodell auf unterschiedlichen Modellebenen liegen (vgl. Wiederverwendungskonzepte in Kapitel 3.3.2).

Bei generischen Maßnahmen zur Überführung von Referenzprozessmodellen in projektspezifische Prozessmodelle müssen explizite Methoden zur Anpassung des Modells definiert werden. Hierfür sind für das Referenzmodell Konfigurationsregeln zu beschreiben, über welche die Modellvarianten abgeleitet werden können. Dabei kann es sich z. B. um Platzhalter für bestimmte Modellelemente handeln. Diese Platzhalter werden bei der Anwendung des Prozessmusters mit den Informationen des konkreten Projektes konfiguriert. Beispielsweise kann das Modellelement „Informationssystem“ mit der Bezeichnung „Ausschreibungsportal“ durch die Konfigurationsparameter „www.deutsches-ausschreibungsblatt.de“ instanziiert werden, wenn in einem Projekt die Ausschreibung über dieses Portal erfolgen soll.

Die Möglichkeiten zur Definition von Platzhaltern werden dabei durch das Meta-Modell der gewählten Modellierungsmethode bestimmt. Im ARIS-Konzept können z. B. die Modellelemente der Datensicht (siehe Tabelle 3.3) für die Anpassung der unternehmensinternen Anwendungssysteme an die unternehmensübergreifenden Informationssysteme verwendet werden. Ein Beispiel für deren Anwendung wird in der Abbildung 6.10 dargestellt. Auch die Elemente der anderen Sichten sind als Platzhalter innerhalb der Prozessmuster denkbar. Da aber insbesondere die Integration der unterschiedlichen Anwendungssysteme das Ziel dieser Arbeit ist, wird auf diese Sichten nicht weiter eingegangen.

Die zur Auswahl und Konfiguration der Prozessmuster benötigten Informationen können durch Metainformationen⁷⁴, die an das PM angehängt werden, beschrieben werden. Vier Kategorien von Metainformationen für Prozessmuster lassen sich unterscheiden:

⁷⁴ Im Allgemeinen werden unter Metainformationen - auch Metadaten genannt - Informationen verstanden, die notwendig sind, um Daten in einem Informationssystem zu beschreiben.

Identifikation

Die Identifikation beinhaltet allgemeine Verwaltungsdaten über das Prozessmuster. Diese umfasst einen eindeutigen Identifikator (ID) und eine Bezeichnung. Als mögliche weitere Informationen der Identifikation sind die Quelle der Information (z. B. Unternehmen oder Literaturangabe), Versionsnummer, Erstellungsdatum, Name des Erstellers usw. denkbar.

Anwendungskontext

Durch einen Kontext wird der Zusammenhang oder das Umfeld beispielsweise eines Wortes oder einer Handlung bezeichnet. Im Falle eines Wortes bezieht sich der Kontext auf das sprachliche Umfeld des Textes. Im Falle einer Handlung bezieht sich der Kontext auf die Verhältnisse und Bedingungen in deren Umgeben. Mit dem Anwendungskontext eines Prozessmusters wird die Situation beschrieben, in welcher dieses eingesetzt werden kann. Dabei kann es sich z. B. um die Wertschöpfungsphase oder die Organisationsstruktur handeln, für welche das Prozessmuster modelliert wurde.

Schnittstellen

Jedes PM weist mindestens ein Input- und ein Output-Ereignis auf. Diese bilden die logischen Abhängigkeiten zu weiteren PM ab. Ein Input-Ereignis stößt ein PM an und stellt damit einen Auslösemechanismus dar. Ein Output-Ereignis ist ein Ergebnis des PM und kann weitere PM auslösen. Neben den Ereignissen können an den Schnittstellen auch Informationsobjekte übergeben werden. Bei den Informationsobjekten handelt es sich um Daten, die zur Ausführung eines PM benötigt werden (Input-Information) bzw. die an das nachfolgende PM weitergegeben werden (Output-Information).

Konfigurationsparameter

Konfigurationsparameter beschreiben die Projektinformationen, die notwendig sind, um ein Prozessmuster für ein konkretes Projekt konfigurieren zu können. Anhand dieser Parameter werden die im Referenzprozessmodell des PM definierten Platzhalter an die projektspezifischen Anforderungen angepasst. Dabei kann es sich z. B. um die im Projekt eingesetzten Datenstandards oder Informationssysteme handeln.

In der Abbildung 6.4 ist ein Prozessmuster zusammen mit den Metainformationen und dem Prozessmodell konzeptionell dargestellt.

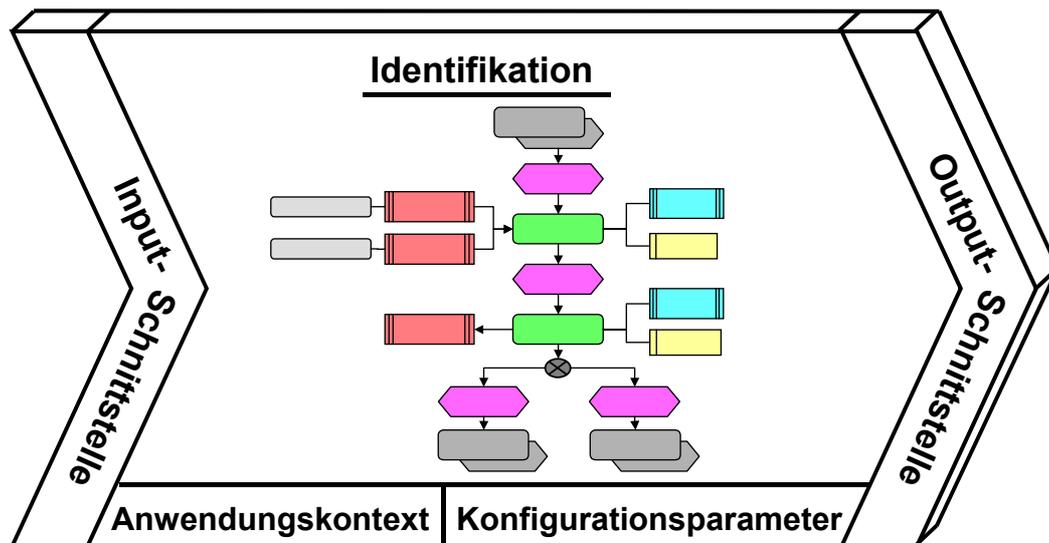


Abbildung 6.4: Darstellung eines Prozessmusters mit Metainformationen und Prozessmodell

Um die beschriebenen Metainformationen eines Prozessmusters für dessen Auswahl und Konfiguration nutzen zu können, müssen diese mit den Informationen des Bau-Netzwerkes in Beziehung gesetzt werden können. D. h. die Informationen des Anwendungskontextes und der Konfigurationsparameter müssen mit den entsprechenden Konzepten und Konzepteigenschaften im Bau-Netzwerk übereinstimmen, oder in diese überführt werden können. Wenn zum Beispiel für die Anwendung eines Prozessmusters der Organisationsstrukturtyp „Generalunternehmer“ notwendig ist, dann muss auch in der Bau-Netzwerk-Instanz des Projektes, für welches das PM eingesetzt werden soll, die Konzepteigenschaft `OrganisationsstrukturTyp` in dem Konzept `Organisationsstruktur` mit dem Eigenschaftswert (Ausprägung) „Generalunternehmer“ belegt sein.

Die im Kapitel 5 definierten Kategorien `Wertschöpfung`, `Funktion`, `Leistung`, `Organisationsstruktur`, `Leistungsträger`, `IT-Infrastruktur` und `Informationsinhalt` bilden damit einen Ordnungsrahmen zur Beschreibung des Anwendungskontextes und der Konfigurationsparameter eines Prozessmusters. In den Metainformationen wird somit durch den Ersteller des PM festgelegt, welche Konzepteigenschaften des Bau-Netzwerkes welche Eigenschaftswerte aufweisen müssen, um angewendet werden zu können.

Neben den Bau-Netzwerk-Informationen werden für die Auswahl eines geeigneten PM auch die Informationen des Gesamtprozessmodells benötigt. In dem Gesamtprozess ist festgelegt, welche Schnittstellen das PM aufweisen muss, um in diesen integriert werden zu können. Bei diesen Schnittstellen handelt es sich zum einen um die Ereignisse, mit welchen die Prozesse des PM auslöst bzw. beendet werden, und zum anderen um die Informationen, die benötigt bzw. weitergegeben werden. Diese beiden Angaben bilden die Metainformationen der Input- und Output-Schnittstellen eines Prozessmusters.

In der Tabelle 6.3 sind die Metainformationen eines Prozessmusters zusammengefasst und mit jeweils einem Beispielwert belegt. Das gesamte Prozessmuster wird in der Tabelle 7.4 im Kapitel 7 beschrieben.

Prozessmuster: (ID, Bezeichnung)		
Anwendungskontexte		
Konzept	Konzepteigenschaft	Eigenschaftswert
<i>WertschöpfungsPhase</i>	<i>Name</i>	<i>Bauausführung</i>
Konfigurationsparameter		
Konzept	Konzepteigenschaft	Eigenschaftswert
<i>Informationssystem</i>	<i>Name</i>	<i>Mangelservice</i>
Input-Schnittstelle		
Ereignis	Informationsobjekt	
<i>Mängelmanagement beginnt</i>	<i>{kein}</i>	
Output-Schnittstelle		
Ereignis	Informationsobjekt	
<i>Mangel aufgenommen</i>	<i>Mangelinformation</i>	

Tabelle 6.3: Beschreibung der Metainformationen von Prozessmustern

Zur Spezifikation möglicher Ausprägungen der Anwendungskontexte, Konfigurationsparameter und Schnittstellen können Verknüpfungsoperatoren eingesetzt werden. Dadurch lässt sich festlegen, ob alle oder nur eine der definierten Ausprägungen notwendig sind. Die Darstellung und Erläuterung der hierfür verwendeten Operatoren werden in Tabelle 6.4 beschrieben. Zusätzlich gibt es noch die Ausprägungen {alle} und {keine}, die in den Metainformationen eines Prozessmusters auftauchen können.

Operator	Name	Bedeutung
^	Alternation	a und b
∨	Konjunktion	entweder a oder b
Ausprägung	Erläuterung	
{alle}	Keine Einschränkungen für dieses Konzept/Konzepteigenschaft.	
{keine}	Diese Information ist nicht notwendig.	

Tabelle 6.4: Operatoren und Ausprägungen für Metainformationen von Prozessmustern

6.3.4. Modell zur Beschreibung der Metainformationen

Um eine geregelte Ablage und damit einen gezielten Zugriff auf die in einem Unternehmen vorhandenen Prozessmuster zu gewährleisten, können die Prozessmodelle und deren Metainformationen projektneutral in einer Datenbank gespeichert werden. Mit Hilfe einer solchen Wissensbank bzw. Prozess-Repository kann die Wiederauffindung (engl. Retrieval) des gesammelten Prozesswissens unterstützt werden.

In der Abbildung 6.5 ist das Entity-Relationship-Modell zur Abbildung der Metainformationen von Prozessmustern dargestellt. Jedes PM wird durch eine ID eindeutig beschrieben und hat eine Bezeichnung. Es hat mindestens einen Anwendungskontext, eine Input-Schnittstelle und eine Output-Schnittstelle. Außerdem kann es Konfigurationsparameter haben.

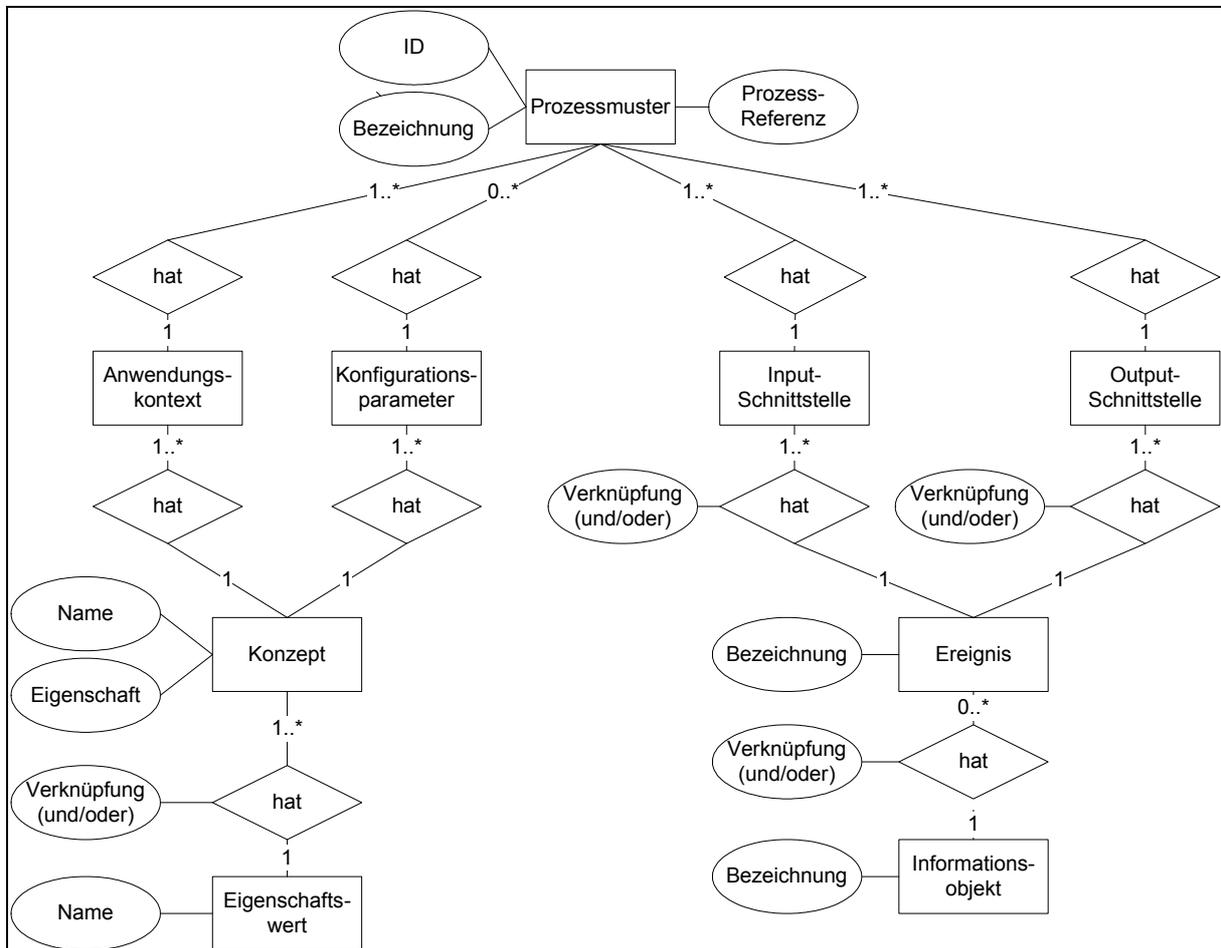


Abbildung 6.5: Entity-Relationship-Modell zur Beschreibung der Metainformationen von Prozessmustern

Anwendungskontext und Konfigurationsparameter beziehen sich jeweils auf mindestens ein Konzept. Jedes Konzept hat einen Namen und eine Eigenschaft. Außerdem können diesem eine oder mehrere Eigenschaftswerte zugeordnet werden. Zwischen den Eigenschaftswerten gibt es entweder eine und oder eine oder-Verknüpfung.

Die Entitäten Input-Schnittstelle und Output-Schnittstelle können ein oder mehrere Ereignisse aufweisen. Die Ereignisse können wiederum mit einem oder mehreren Informationsobjekten zusammenhängen. Auch für die Ereignisse und Informationsobjekte lässt sich die Art der Verknüpfung (und/oder) festlegen.

Durch die Implementierung dieses Modells in einer Datenbank ist es möglich die entwickelten Prozessinformationen projektneutral abzulegen und über geeignete Anfragen gezielt für einen Anwendungskontext wieder zu finden. Als Ergebnis kann anschließend das entsprechende Prozessmodell (Attribut: Prozess-Referenz) graphisch oder als Skript angezeigt werden.

6.4. Unterstützung der Auswahl und Konfiguration von Prozessmustern

Die in den Mustern beschriebenen Prozessmodelle bilden eine unternehmensinterne Kompetenz zum Bearbeiten einer Aufgabe ab, die auf eine aktuelle und hinreichend ähnliche Aufgabe übertragen werden kann. Die Übertragbarkeit einer solchen Aufgabe auf ein neues Projekt ist dabei abhängig von den vorhandenen Projektrandbedingungen bei der Erstellung der Prozessbeschreibung.

Um die entwickelten Prozessmuster für den Anwender nutzbar machen zu können, müssen Methoden eingesetzt werden, mit deren Hilfe zum einen das geeignete Prozessmuster aus der lokalen Wissensbasis ausgewählt werden kann. Zum anderen sind ausgewählte Prozessmuster für die Randbedingungen des konkreten Projektes zu konfigurieren. Dieses entspricht der Retrieve- (Auswahl) bzw. der Reuse- (Konfiguration) Phase beim fallbasierten Schließen (siehe Kapitel 3.3.1). Diese Phasen werden nachfolgend näher betrachtet.

6.4.1. Auswahl geeigneter Prozessmuster

In der Auswahl-Phase werden für die Umsetzung eines neuen Problems passende Fallbeispiele gesucht, die ähnliche Probleme bereits gelöst haben. Die Auswahl eines Prozessmusters ist dabei abhängig von zwei Faktoren: dem globalen Projektkontext und dem globalen Gesamtprozessmodell. In dieser Reihenfolge kann auch die Auswahl durchgeführt werden. Die Suche erfolgt über die Kategorien des Bau-Netzwerkes und über die Schnittstellen im Gesamtprozess.

Grundsätzlich wird beim fallbasierten Schließen zwischen falladaptierenden und fallvergleichenden Problemstellungen unterschieden (Krampe 1999). Während bei den falladaptierenden Problemstellungen die gefundenen Fälle aufwendig angepasst werden müssen oder aus verschiedenen Fällen einzelne Lösungselemente zusammengefügt werden, reicht es bei den fallvergleichenden Problemstellungen in der Regel aus, ein geeignetes Fallbeispiel zu finden und auf die neue Problemsituation zu übertragen. Fallvergleichende Systeme kennen somit bereits die Lösung für ein neues Problem. Ihre Hauptaufgabe besteht daher in der Auswahl der am besten geeigneten Lösung für die neue Problemstellung.

Da sich diese Arbeit im Wesentlichen mit Prozessen beschäftigt, welche die Kernkompetenzen in den Unternehmen beschreiben, oder zumindest auszuführende

Funktionen wiederholt, ist davon auszugehen, dass sich die Prozessabläufe bereits im Unternehmen etabliert haben. Die in den PM modellierten Prozesse können daher ohne aufwendige Ergänzungen oder Umstrukturierungen im Prozessablauf an die Problemsituation in einem neuen Projekt angepasst werden. Damit handelt es sich hierbei um eine fallvergleichende Problemstellung. Auch falladaptierenden Lösungen wären denkbar. Diese werden in dieser Arbeit aber nicht weiter verfolgt.

Ordnungssystem

Die zielgerichtete Suche nach einem geeigneten Fallbeispiel erfordert die Klassifikation der Fallbeispiele in einem Prozess-Repository - auch Fallbibliothek genannt - mittels eines zweckmäßigen Ordnungssystems. Ordnungssysteme können unterschiedlich konzipiert sein, so dass sich die Frage stellt, welche Art von Ordnungssystem angewendet werden sollte. Dabei kann es sich im einfachsten Fall um Listen handeln, in denen jeder Fall genau einem Listenelement zugeordnet wird. Eine weit verbreitete Möglichkeit der Darstellung von Ordnungssystemen sind semantische Netze (Krampe 1999). Semantische Netze bestehen aus Knoten, welche durch Kanten beliebigen Typs verbunden werden. Eine spezielle Form der semantischen Netze sind hierarchische Bäume mit dem Kantentyp *is-part-of*. Diese werden auch als Taxonomien oder Indexbäume bezeichnet.

Zur Klassifikation eines neuen Fallbeispiels kann dieses entweder einem (ohne Überlagerung) oder mehreren (mit Überlagerung) Knoten⁷⁵ einer Taxonomie zugeordnet werden. Der Nachteil dieser Klassifikation ist jedoch, dass bei der Suche in dem Prozess-Repository alle möglichen Fallbeispiele für einen Knoten gefunden werden, was bei einer großen Fallbasis nicht sinnvoll ist. Um die gefundenen Fälle weiter eingrenzen zu können, sollten diese anhand zusätzlicher Kriterien, so genannten Facetten, begrenzt werden. Dieses geschieht mit Hilfe der Facettenklassifikation⁷⁶.

Die Kernidee bei Facettenklassifikationen als Ordnungssystem ist, dass ein Fallbeispiel hinsichtlich unterschiedlicher Gesichtspunkte klassifiziert werden kann. Jede Facette besteht aus unterschiedlich vielen Knoten. Bei der Klassifizierung eines Fallbeispiels kann aus jeder Facette ein oder mehrere geeignete Knoten indexiert werden. Die ausgewählten Knoten stellen damit die Anwendungskontexte dar, über welche ein einklassifiziertes Fallbeispiel verfügt.

Für die Definition der Facetten zur Klassifizierung der Prozessmuster kann das für das Bau-Netzwerk identifizierte Fachwissen angewendet werden. Beispielsweise kann ein

⁷⁵ Einige Autoren sprechen hierbei auch von Deskriptoren. Nach Fettke & Loos (2000) ist ein Deskriptor eine Zeichen- und/oder Zahlenfolge, die zur inhaltlichen Kennzeichnung einer Komponente verwendet wird. Im einfachsten Fall ist ein Deskriptor ein Schlagwort.

⁷⁶ Begründer der Facettenklassifikation ist der Inder Shiyali Ramamrita Ranganathan der sie 1920 in der Universitätsbibliothek von Madras einführte. Er entwickelte die Colon-Classification (CC), eine teilfacettierte Universalklassifikation, in welcher der Doppelpunkt (colon) und andere Interpunktionszeichen als syntaktische Elemente eingesetzt werden (vgl. Roloff 1976).

Prozessmuster hinsichtlich der Facetten `WertschoepfungsPhase.Name` (Knoten: Planung, Bauausführung, Betrieb), `Organisationsstruktur.Type` (Knoten: Einzelunternehmer, Generalunternehmer, Totalunternehmer) und `Leistungstraeger.LeistungstraegerTyp` (Knoten: Bauherr, Architekt, Bauunternehmen) klassifiziert werden. Eine Facette setzt sich jeweils aus dem Konzept und dessen Konzepteigenschaft zusammen. Diese werden mit einem Punkt verbunden. Die Knoten entsprechen den möglichen Eigenschaftswerten.

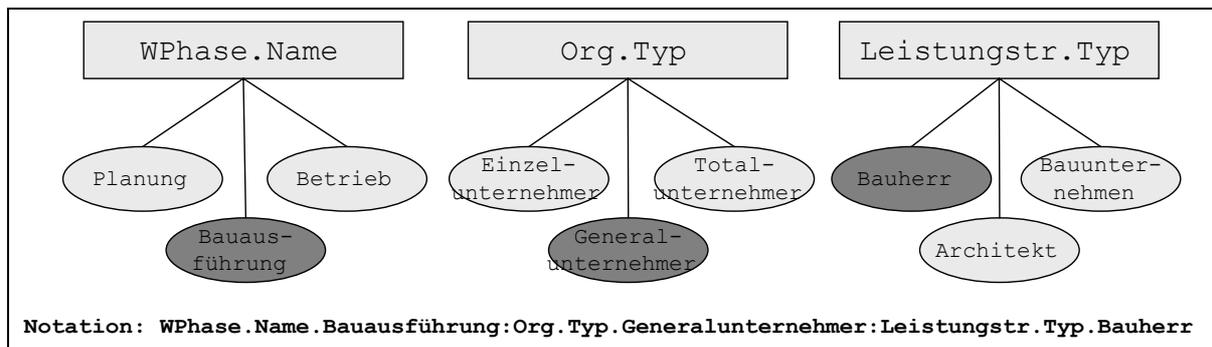


Abbildung 6.6: Beispiel einer Facettenklassifikation

Das Prozessmuster-Beispiel „Mangel erfassen durch Bauherr“ aus Kapitel 7.3 ließe sich demzufolge durch die Merkmale `WertschoepfungsPhase.Name.Bauausführung:Organisationsstruktur.Type.Generalunternehmer:Leistungstraeger.LeistungstraegerTyp.Bauherr` klassifizieren.

Algorithmen zur Auswahl

Für die Auswahl eines geeigneten Prozessmusters sind zunächst die Metainformationen aus dem Prozess-Repository in die Steuerungskomponente (Abbildung 6.3) einzulesen. Hierfür werden die Klassen aus Abbildung 6.7 benötigt. Jedes Prozessmuster PM hat eine id und eine $bezeichnung$. Durch die Vektoren $akVector$, $ipVector$, $isVector$ und $osVector$ können Anwendungskontexte AK , Initialisierungsparameter IP und Input/Output-Schnittstellen IS/OS für das PM definiert werden.

Ein Anwendungskontext AK besteht jeweils aus einem Konzept k , einer Konzepteigenschaft e und dem Eigenschaftswert w . Das bedeutet, ein Prozessmuster PM_i wird durch die Auswahl der im Ordnungssystem vorhandenen Knoten $(k_i.e_i.w_i)$ indexiert. Bei der Auswahl eines Prozessmusters für eine neue Aufgabe sind zunächst die vorhandenen Projektrandbedingungen mit den Anwendungskontexten der Prozessmuster abzugleichen. Hierfür werden die notwendigen Suchkriterien für die Anwendungskontexte durch Instanzen der Klasse $QueryAK$ abgebildet.

Jedes Suchkriterium besteht aus einem Konzept q_k , einer Konzepteigenschaft q_e und einem Eigenschaftswert q_w . Ziel ist es, die Merkmale von $QueryAK_i = (q_k_i.q_e_i.q_w_i)$ mit den Merkmalen $PM.akVector_i = (k_i.e_i.w_i)$ der vorhandenen Prozessmuster abzugleichen.

```

/* Prozessmuster */
public class PM {
    String id;
    String bezeichnung;
    Vector akVector = new Vector(); // Anwendungskontexte
    Vector ipVector = new Vector(); // Initialisierungsparameter
    Vector isVector = new Vector(); // Input-Schnittstellen
    Vector osVector = new Vector(); // Output-Schnittstellen
}

=====
/* Anwendungskontext */
public class AK {
    String k; // Konzept
    String e; // Konzepteigenschaft
    String w; // Eigenschaftswert
}

=====
/* Initialisierungsparameter */
public class IP {
    String k; // Konzept
    String e; // Konzepteigenschaft
    String w; // Eigenschaftswert
}

=====
/* Input-Schnittstelle (entsprechend für Output-Schnittstelle) */
public class IS {
    String erg; // Ereignis
    Vector ioVector = new Vector(); // Informationsobjekte
}

=====
/* Suchkriterien für die Anwendungskontexte */
public class QueryAK {
    String qk; // Konzept
    String qe; // Konzepteigenschaft
    String qw; // Eigenschaftswert
}

```

Abbildung 6.7: Klassen zur Beschreibung und Suche geeigneter Prozessmuster

Eine Möglichkeit für die Auswahl von Prozessmustern anhand des Anwendungskontextes durch ein JAVA-Programm ist in Abbildung 6.8 dargestellt. Zum Starten dieses Programms müssen durch den Vector `pmVector` alle vorhandenen Prozessmuster und durch den Vector `queryAKVector` alle Suchparameter für den Anwendungskontext übergeben werden. Als Ergebnis werden alle Prozessmuster `rpm`, deren Anwendungskontexte mit den Suchparametern übereinstimmen, durch den Vector `resultAKVector` zurückgegeben.

Nachdem alle Prozessmuster, welche dem gesuchten Projektkontext entsprechen, ermittelt wurden, sind anschließend deren Schnittstellen mit den Anforderungen aus dem Gesamtprozessmodell abzugleichen. Durch den Gesamtprozess wird definiert, welche Ereignisse `erg` und Informationsobjekte `ioVector` als Input- und Output-Parameter für das Prozessmuster benötigt bzw. erzeugt werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Output-Ereignisse und Output-Informationen des Vorgängerprozesses mit den Input-Ereignissen und Input-Informationen des Nachfolgerprozesses übereinstimmen und umgekehrt.

```

public class RetrieveAK {
Vector pmVector;          // Vector mit allen vorhandenen PM
Vector queryAKVector;    // Vector mit allen Suchparametern
Vector resultAKVector;   // Ergebnis-Vector mit allen gefundenen PM

public Vector RetrieveAK(Vector pmVector, Vector queryAKVector){

    this.pmVector = pmVector;
    this.queryAKVector = queryAKVector;
    resultAKVector = new Vector();

    // Zähler, um die Anzahl der Übereinstimmungen zu prüfen
    int querycount = queryAKVector.size(); // Zähler Suchparameter
    int matchcount; // Zähler für Übereinstimmungen

    // Schleife für alle Prozessmuster aus dem Repository
    for (Enumeration enumPM = pmVector.elements(); enumPM.hasMoreElements()
        ; ){
        PM rpm = (PM) enumPM.nextElement();
        matchcount = 0; // Zähler zurücksetzen

        // Schleife für alle Suchparametern
        for (Enumeration enumQuery = queryAKVector.elements(); enumQuery.hasMoreElements(); ){
            QueryAK query = (QueryAK) enumQuery.nextElement();

            // Schleife für alle Anwendungskontexte des aktuellen PM
            for (Enumeration enumAK = rpm.akVector.elements(); enumAK.hasMoreElements(); ){
                AK qak = (AK) enumAK.nextElement();

                // Abgleich Anwendungskontext mit Suchparameter
                if (qak.k.equals(query.qk) & qak.e.equals(query.qe) & qak.w.equals(query.qw)){
                    // Wenn Übereinstimmung, dann Zähler +1
                    matchcount++;
                }
            }
        }

        // Wenn alle Suchparameter erfüllt, wird das PM übernommen
        if (querycount == matchcount){
            resultAKVector.addElement(rpm);
        }
    }
    return resultAKVector;
}
}

```

Abbildung 6.8: Algorithmus zur Auswahl geeigneter Prozessmuster anhand des Anwendungskontextes

Ein Algorithmus zur Auswahl geeigneter Prozessmuster anhand der Input-Schnittstellen wird in dem Programm in Abbildung 6.9 beschrieben. Dabei wird der einfache Fall betrachtet, dass die Output-Schnittstelle eines Vorgängerprozesses mit der Input-Schnittstelle des Nachfolgerprozesses syntaktisch und semantisch übereinstimmen. Überdies werden auch Prozessmuster ermittelt, welche weniger Input-Informationen benötigen, als durch den Vorgängerprozess bereitgestellt werden.

```

public class RetrieveIS {
    Vector resultAKVector; // Vector mit Ergebnissen aus Abbildung 6.8
    Vector queryISVector; // Vector mit allen Suchparametern
    Vector resultISVector; // Ergebnis-Vector mit gefundenen PM

    public Vector RetrieveIS(Vector resultAKVector, Vector queryISVector) {

        this.resultAKVector = resultAKVector;
        this.queryISVector = queryISVector;
        resultISVector = new Vector();
        int querycount; // Zähler Suchparameter
        int matchcount; // Zähler Übereinstimmungen

        for (Enumeration enumPM = resultAKVector.elements(); enumPM.hasMoreElements();) {
            PM pm = (PM) enumPM.nextElement();
            matchcount = 0; // Zähler zurücksetzen
            for (Enumeration enumISQuery = queryISVector.elements(); enumISQuery.hasMoreElements();) {
                IS qis = (IS) enumISQuery.nextElement();
                for (Enumeration enumIS = pm.isVector.elements(); enumIS.hasMoreElements();) {
                    IS is = (IS) enumIS.nextElement();
                    if (qis.erg.equals(is.erg)) {
                        querycount = is.ioVector.size();
                        for (Enumeration enumISIO = is.ioVector.elements(); enumISIO.hasMoreElements();) {
                            String isio = (String) enumISIO.nextElement();
                            for (Enumeration enumISIOQuery = qis.ioVector.elements(); enumISIOQuery.hasMoreElements();) {
                                String qisio = (String) enumISIOQuery.nextElement();
                                if (isio.equals(qisio)) {
                                    matchcount++;
                                }
                            }
                        }
                        if (querycount == matchcount) { // alle IO vorhanden?
                            resultISVector.addElement(pm); // PM übernehmen
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
    return resultISVector;
}
}

```

Abbildung 6.9: Algorithmus zur Auswahl geeigneter Prozessmuster anhand der Input-Schnittstellen

Zum Starten dieses Programms müssen durch den Vector `resultAKVector` alle zuvor identifizierten Prozessmuster und durch den Vector `queryISVector` alle Suchparameter für die Input-Schnittstelle übergeben werden. Als Ergebnis werden alle Prozessmuster `pm`, deren Input-Schnittstelle mit den Suchparametern übereinstimmen, durch den Vector `resultISVector` zurückgegeben.

Abschließend sind für die ermittelten Prozessmuster noch die Output-Schnittstellen auf Übereinstimmung zum Gesamtprozess zu überprüfen. Wurden mehrere Prozess-

muster für die mögliche Umsetzung einer Aufgabe ermittelt, so kann sich der Anwender für die aus seiner Erfahrung zweckmäßigere Lösung entscheiden.

Erweiterung der Auswahl

Bei der oben beschriebenen Suche eines geeigneten Prozessmusters wurde davon ausgegangen, dass in der Fallbasis zumindest eine Lösung vorhanden ist, die exakt mit der Suchanfrage übereinstimmt. Da dieses jedoch nicht immer der Fall sein muss, sollte auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, abweichende Lösungen mit ausreichender Ähnlichkeit anzuzeigen. Um den Grad der Übereinstimmung zu bewerten, ist ein Ähnlichkeitsmaß erforderlich.

Wenn alle Auswahlkriterien gleichgewichtig sind und nur die Ausprägung „vorhanden“ und „nicht vorhanden“ haben, dann reicht für die Ähnlichkeitsbetrachtung das einfache Verhältnis der Übereinstimmungen zu allen betrachteten Auswahlkriterien (vgl. Puppe 1990). Je mehr Auswahlkriterien durch ein Prozessmuster erfüllt werden, desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass das gefundene Prozessmuster ohne großen Anpassungsaufwand eingesetzt werden kann.

Durch eine Gewichtung der Auswahlkriterien, z. B. als Punktzahl, besteht darüber hinaus die Möglichkeit, bedeutsame Merkmale herauszustellen. Prozessmuster mit einer hohen Punktzahl als Suchergebnis haben eine höhere Wahrscheinlichkeit für die gesuchte Aufgabe eingesetzt zu werden, als Prozessmuster mit einer niedrigen Punktzahl.

6.4.2. Konfiguration der Prozessmuster

Ziel der Reuse-Phase ist die Wiederverwendung der in der Retrieve-Phase gefundenen Fallbeispiele zur Realisierung einer Aufgabe in einer unternehmensübergreifenden Kooperation. Hierfür sollen die in den Prozessmustern definierten Geschäftsprozessmodelle als Ausgangslösung dienen. Offen bleibt jedoch, wie die Prozessmodelle an die gegebene Situation angepasst werden können, um anschließend die dv-technische Realisierung zu unterstützen. Hierfür sind Maßnahmen durchzuführen, die das PM an die Randbedingungen eines konkreten Projektes anpassen. Das bedeutet, die in den PM enthaltenen generischen Prozesse müssen für die gegebene Projektsituation konfiguriert werden.

Durch die in den Metainformationen angegebenen Konfigurationsparameter werden diejenigen Informationen definiert, die notwendig sind, um das Prozessmuster für ein konkretes Projekt konfigurieren zu können. Die hierfür erforderlichen Informationen können aus der Bau-Netzwerk-Instanz ermittelt werden, indem die Konfigurationsparameter des Prozessmusters in eine Anfrage an die Bau-Netzwerk-Instanz überführt werden.

Nach der Extraktion der erforderlichen Informationen aus der Bau-Netzwerk-Instanz können diese für die Konfiguration des Prozessmodells genutzt werden. D. h. die

hierfür in den generischen Referenzprozessmodellen vorgesehenen Platzhalter werden mit den Informationen der Kooperationsrandbedingungen konfiguriert.

In der Abbildung 6.10 wird die Konfiguration des Prozessmodells eines PM exemplarisch beschrieben. Der dargestellte Prozessausschnitt zeigt die Funktion „Angebotsaufforderung einlesen“ in dem Prozessmuster „Angebotsbearbeitung und Abgabe“. Dieser Prozess wird durch den Leistungsträger „Bauunternehmen“ durchgeführt. Die für die Funktion notwendigen Daten „Angebotsaufforderung“ sollen dabei von einem „Ausschreibungsportal“ über die Schnittstelle „Angebotsaufforderung abfragen“ eingelesen werden. Das Einlesen soll durch einen Mitarbeiter mit der Rolle „Kalkulator“ mit Hilfe eines „Kalkulationsprogramms“ erfolgen.

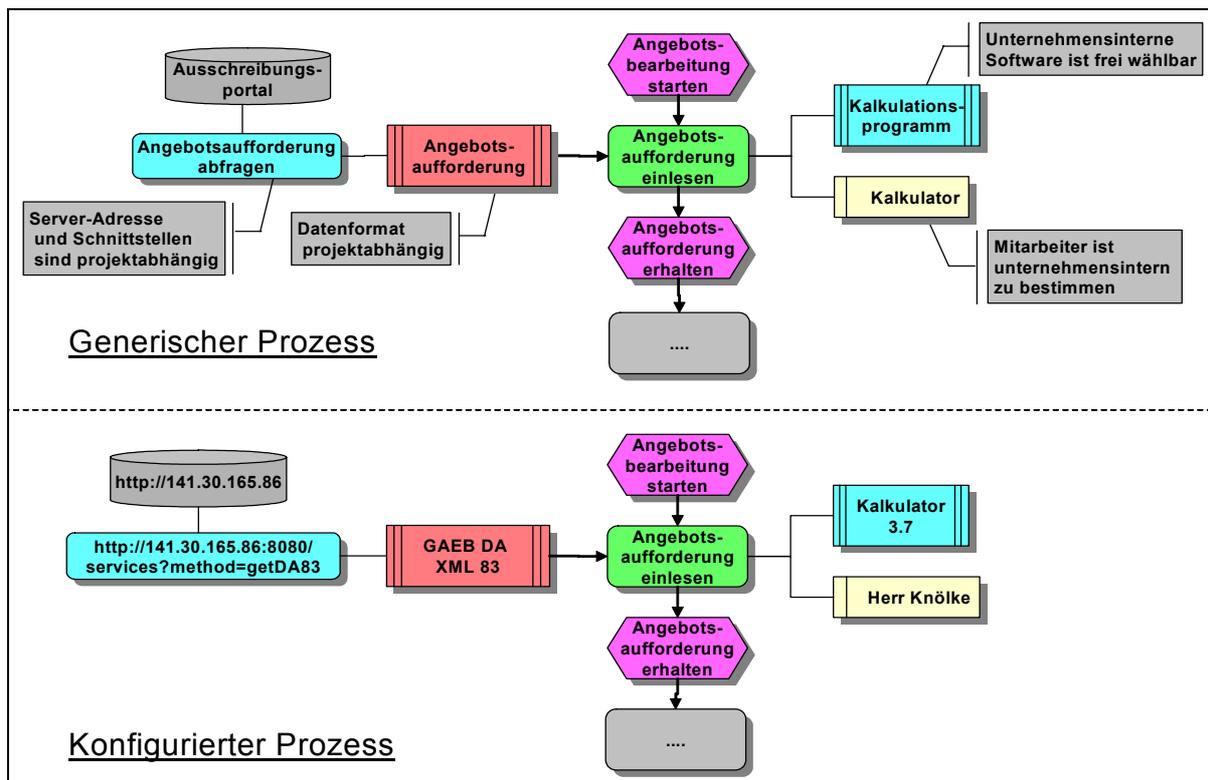


Abbildung 6.10: Beispiel für die Konfiguration des Prozessmodells eines PM

Für die Anwendung dieses Prozessmodells in einem bestehenden Projekt sind diese Informationen zu konkretisieren. So kann beispielsweise die Schnittstelle für das Ausschreibungsportal durch den Aufruf „http://141.30.165.86:8080/services?method=getDA83“ ersetzt werden. Die angefragten Informationen werden als XML-Datei im Format „GAEB DA XML 83“ zurückgegeben.

Um die zur Konfiguration erforderlichen Informationen zu erhalten, kann auf die Informationen in der Bau-Netzwerk-Instanz zurückgegriffen werden. D. h. mit Hilfe der im PM angegebenen Konfigurationsparameter ist eine Suchanfrage zu formulieren, die diese Informationen abfragt.

Im Kapitel 5.6.1 wurde vorgeschlagen, die Bau-Netzwerk-Instanz in einer XML-Datenbank abzuspeichern. Mit Hilfe der Abfragesprache XSQL kann auf diese Daten-

bank zugegriffen werden. In der Abbildung 6.11 wird eine XSQL-Abfrage an die Datenbank gestellt, um die Informationen zu dem Objekt Informationssystem mit dem InformationssystemName „Ausschreibungsportal“ zu erhalten. Als Ergebnis wird eine XML-Datei mit den angefragten Informationen zurückgegeben. Diese Informationen können anschließend für die Konfiguration angewendet werden.

```

/***** ANFRAGE *****/
<xsql:query connection="xml" xmlns:xsql="urn:oracle-xsql">
  select value(x) from baunetzwerk x where existsNode(value(x),'/BauNetzwerk/ITInfrastrukturen/Informationssystem[InformationssystemName="Ausschreibungsportal"]')
</xsql:query>

/***** ERGEBNIS *****/
<BauNetzwerk xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:namespaceSchemaLocation="BauNetzSchema.xsd">
  <ITInfrastrukturen>
    <Informationssystem>
      <InformationssystemID>IS1</InformationssystemID>
      <InformationssystemName>Ausschreibungsportal</InformationssystemName>
      <InformationssystemAdresse>141.30.165.86:8080</InformationssystemAdresse>
      <VerwalteteInformationen>GAEB DA XML 83</VerwalteteInformationen>
      <InformationssystemSchnittstelle>
        <SchnittstelleName>Angebotsaufforderung abfragen</SchnittstelleName>
        <SchnittstelleAufruf>getDA83</SchnittstelleAufruf>
        <SchnittstelleAustauschformat>XML</SchnittstelleAustauschformat>
        <SchnittstelleProtokoll>SOAP</SchnittstelleProtokoll>
      </InformationssystemSchnittstelle>
    </Informationssystem>
  </ITInfrastrukturen>
</BauNetzwerk>

```

Abbildung 6.11: Beispiel einer XSQL-Abfrage für die Konfigurationsparameter

Anpassung

Nach der Konfiguration des generischen Prozessmodells im ausgewählten Prozessmuster kann dieses als Grundlage für das Customizing der unternehmensinternen Anwendungssysteme durch den Anwendungssystemgestalter genutzt werden. Dieser Schritt kann sowohl manuell als auch (teil-)automatisiert erfolgen. Im zweiten Fall ist das Prozessmodell in ein Workflow-Modell zu überführen und mit einem WfMS zu instanzieren (siehe Beispiel in Kapitel 7.5).

Es kann auch vorkommen, dass Teile des projektspezifischen Prozessmodells noch individuell angepasst werden müssen, um nahtlos mit den Vorgänger- und Nachfolgerprozessen interagieren zu können. Diese Anpassung des Prozessmodells ist entweder manuell vom Anwendungssystemgestalter durchzuführen, oder es sind schon bei der Modellentwicklung falladaptierende Lösungsansätze mit zu berücksichtigen.

7. Anwendungsbeispiel Mängelmanagement

Die Umsetzung des entwickelten Lösungsansatzes zur Unterstützung der kooperativen Zusammenarbeit in Bauprojekten erfolgt anhand des Anwendungsbeispiels „Mängelmanagement“. Die hierfür erforderlichen Projekt- und Prozessinformationen wurden durch die Analyse unterschiedlicher Bauprojekte erhoben und anschließend in einem Bau-Netzwerk-Schema und Prozessmustern projektneutral formalisiert. Die entwickelten Prozessmuster bilden die Grundlage für die Anpassung und Implementierung von Applikationen zur Steuerung des unternehmensübergreifenden Mängelmanagements. Diese Applikationen werden anschließend an einem konkreten Anwendungsfall instanziiert.

7.1. Ausgangssituation

Im Rahmen von Workshops und Interviews mit Bauunternehmen, Projektsteuerern und Planungsbüros wurden mehrere unternehmensübergreifende Wertschöpfungsprozesse identifiziert, welche einer Verbesserung in der kooperativen Prozessgestaltung und der IT-gestützten Kommunikation bedürfen. In diesem Zusammenhang wurde unter anderem das Mängelmanagement als ein geeignetes Anwendungsbeispiel gewählt.

Die Prozesse des Mängelmanagements im Bauwesen werden durch unterschiedliche Leistungsträger durchgeführt. Die Bearbeitung, insbesondere die Mangelerfassung und die Nachverfolgung der Mangelbeseitigung auf der Baustelle, erfolgt in den meisten Projekten nicht rechnergestützt. Neben der großen Anzahl an beteiligten Unternehmen und Personen erhöhen die Medienbrüche zwischen papierbasierter Erfassung und rechnergestützter Verwaltung der Mangelinformationen die Komplexität des Mängelmanagements. Dadurch wird die Effizienz der Bearbeitung vermindert und es kann letztlich zu Qualitätsverlusten kommen.

Die existierenden Medienbrüche im Informationsfluss sollen durch den Einsatz von mobilen Endgeräten (PDA) auf der Baustelle beseitigt werden, indem die hierfür zu entwickelnden (mobilen) Applikationen mit den bestehenden stationären Werkzeugen interagieren. Dabei sollen alle Projektpartner, bestehend aus Bauherr, Generalunternehmer und Nachunternehmer, in die IT-gestützte Lösung des Mängelmanagements miteinbezogen werden.

Derzeit existiert kein durchgängiges, formalisiertes Informationsmodell zur Beschreibung des Mängelmanagements. Ziel ist es daher, notwendige Projekt- und Prozess-

informationen für das Mängelmanagement projektneutral durch ein Bau-Netzwerk-Schema und durch generische Prozessmuster abzubilden. Die hierfür entwickelten Modelle werden nachfolgend beschrieben, wobei deren Umfang auf die für diese Arbeit wesentlichen Aspekte reduziert wurde.

7.1.1. Untersuchungsgegenstand

Die Grundlage für die Erstellung eines allgemeingültigen Informationsmodells zur Unterstützung des Mängelmanagements bildet die Analyse von drei Hochbauprojekten, die von zwei unterschiedlichen Bauunternehmen realisiert wurden. Zur Verifikation der entwickelten Modelle wurden diese anschließend in einem Testprojekt instanziiert. Tabelle 7.1 gibt einen Überblick über die vier Projekte.

	Analyseprojekt 1	Analyseprojekt 2	Analyseprojekt 3	Testprojekt
Projekttyp	Shoppingmall	Hotel	JVA	Bürogebäude
Nettogrundfläche	115.000 m ²	31.000 m ²	67.000 m ²	15.000 m ²
Auftragssumme	ca. 50 Mio EUR	ca. 29 Mio EUR	k. A.	ca. 18 Mio. EUR
Laufzeit	2000 – 2004	2002 – 2004	2004 – 2005	2005 - 2006
Organisation	Generalunternehmer (ARGE)	Generalunternehmer (ARGE)	Generalunternehmer	Generalunternehmer

Tabelle 7.1: Analyseprojekte und Testprojekt für das Mängelmanagement

7.2. Informationen des Bau-Netzwerks

Zur Definition der für das Mängelmanagement notwendigen Kooperationsrandbedingungen für ein konkretes Bauprojekt sind die entsprechenden Klassen des in Kapitel 5 entwickelten Bau-Netzwerk-Schemas zu instanziiieren. Im Folgenden werden die in den Analyseprojekten identifizierten Informationen für die Kategorien des Bau-Netzwerks beschrieben.

7.2.1. Wertschöpfung

Das untersuchte Mängelmanagement ist eine Wertschöpfungsfunktion der Wertschöpfungsphase „Bauausführung“ (siehe auch Abbildung 5.4).

7.2.2. Funktionen

Die für das Mängelmanagement benötigten Funktionen beziehen sich auf die Aufgaben vor der Abnahme des Bauwerks durch den Bauherrn. Damit sind diejenigen material- und informationstransformierenden Funktionen maßgebend, die während der Wertschöpfungsphase „Bauausführung“ durchzuführen sind.

Folgende informationstransformierenden Funktionen des Mängelmanagements wurden durch die Analysen identifiziert:

- Mangel erfassen
- Mangel bewerten (Überprüfung auf Vertragsbestandteil und Fremdleistung)
- Mangelbeseitigung koordinieren
- Mangelbeseitigung überprüfen
- Mangel abmelden

Jede dieser Funktionen repräsentiert eine Kette von unternehmensinternen Aufgaben, die modular in einem Prozessmuster gekapselt werden kann. Die Verknüpfung dieser informationstransformierenden Funktionen zu einem unternehmensübergreifenden Gesamtprozess erfolgt in Form einer Prozessmodulkette. Die Entwicklung der Prozessmuster und der Prozessmodulkette wird im Kapitel 7.3 beschrieben.

Materialtransformierende Funktionen werden durch das STLB klassifiziert (siehe Kapitel 5.3.5). Eine materialtransformierende Funktion entspricht dabei einem Leistungsbereich (eine weitere Unterteilung ist nicht notwendig). Die Leistungsbereiche werden in Leistungspaketen zusammengefasst. Leistungspakete sind einem Nachunternehmer zugeordnet. Ein Nachunternehmer kann für mehrere Leistungspakete zuständig sein.

7.2.3. Leistungen

Baumängel werden für eine bestimmte materialtransformierende Funktion an einem bestimmten Ort (Raum-Element) im Bauobjekt festgestellt. Daher muss für die eindeutige Lokalisierung eines Mangels das Bauobjekt in seine Raum-Elemente gegliedert werden.

Die strukturelle Gliederung eines Bauprojektes in seine Raum-Elemente *Bauabschnitt*, *Stockwerk* und *Raum* ist prinzipiell in der Abbildung 7.1 dargestellt. Während des Rohbaus können die Stockwerke anstatt in Räume auch in Achsen eingeteilt werden.

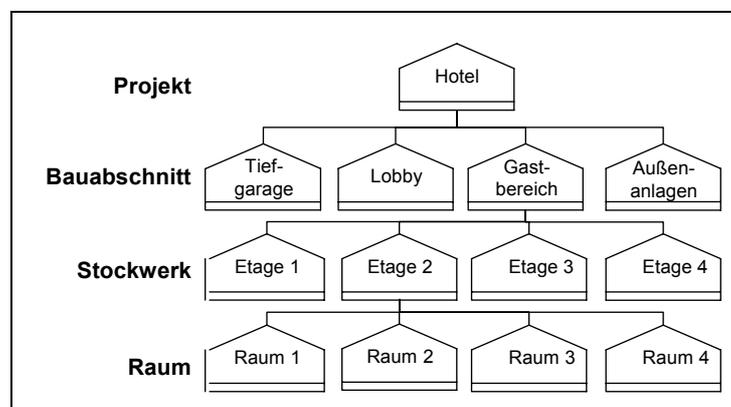


Abbildung 7.1: Strukturierung der Bau-Leistungen zur Unterstützung des Mängelmanagements

Zusätzlich werden durch die Definition von Bau-Elementen die technischen Anlagen, wie z. B. Klimaanlage oder Fahrstuhl, im Bauobjekt beschrieben.

7.2.4. Organisationsstruktur

Die Organisationsstruktur der Analyseprojekte war die des „Generalunternehmers“ mit den Organisationseinheiten *Bauherr*, *Generalunternehmer* und *Nachunternehmer*. Die Beziehungen zwischen den Organisationseinheiten sind in der Abbildung 7.2 dargestellt.

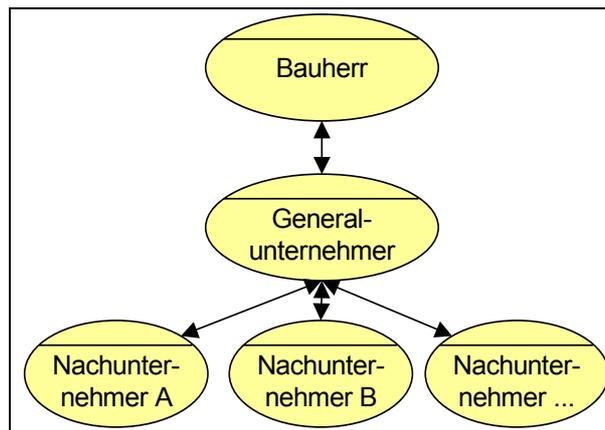


Abbildung 7.2: Beziehungen zwischen den Organisationseinheiten in der Organisationsstruktur Generalunternehmer

7.2.5. Leistungsträger

Die Umsetzung des Mängelmanagements erfolgt durch Mitarbeiter der am Projekt beteiligten Organisationseinheiten. Jede Organisationseinheit tritt als ein Leistungsträger auf und kann mehrere Rollen mit entsprechenden Funktionen ausüben.

In der Tabelle 7.2 sind die Leistungsträger, deren Rollen und die von diesen auszuführenden informationstransformierenden Funktionen zusammengefasst.

Leistungsträger	Rolle	Funktionen
Bauherr	Melder	Mangel erfassen / Mangelbeseitigung überprüfen
Bauunternehmen (Generalunternehmer)	Qualitätsmanager	Mangel erfassen / Mangel bewerten / Mangelbeseitigung überprüfen / Mangel abmelden
Bauunternehmen (Nachunternehmer)	Bauleiter	Mangelbeseitigung koordinieren

Tabelle 7.2: Leistungsträger, Rollen und Funktionen für das Mängelmanagement

7.2.6. Informationssysteme

Um eine durchgängige informationstechnische Unterstützung des Mängelmanagements sicherstellen zu können, werden folgende Informationssysteme benötigt:

- *Mobile Applikation* zur Erfassung von Mangelinformationen und Änderung des Mangelstatus auf der Baustelle mit einem PDA.
- *Server* zur Verwaltung von Mangel- und Projektinformationen.
- *Office Applikation* zur Bearbeitung und Verwaltung der Mangelinformationen im Büro.

Die Kommunikation zwischen den Systemen erfolgt über die in Abbildung 7.3 dargestellte service-orientierte Architektur (SOA). Durch den Einsatz von Web-Services können die unabhängigen Applikationen der Projektpartner über öffentliche Schnittstellen⁷⁷ miteinander kommunizieren.

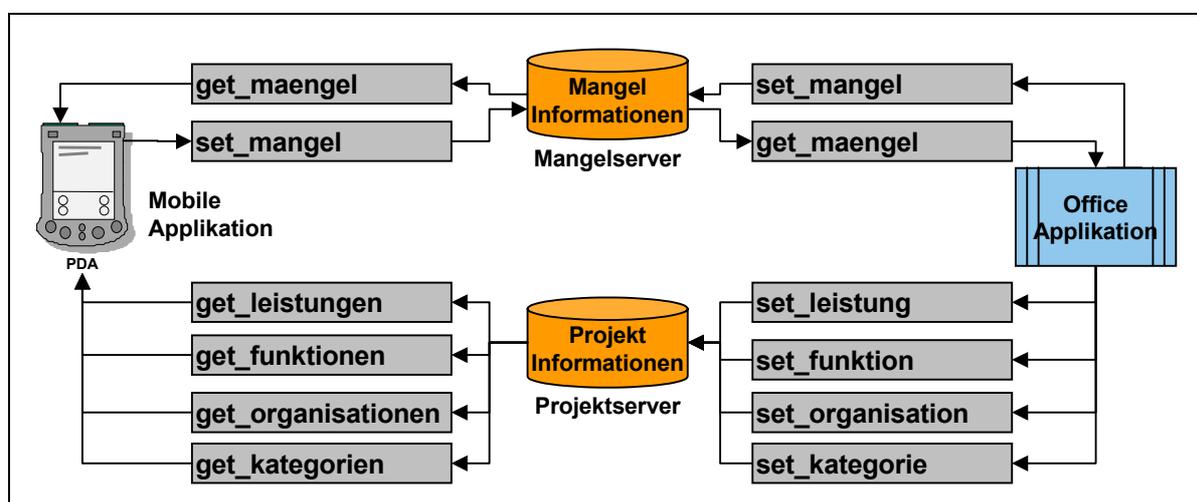


Abbildung 7.3: Informationssysteme für das Mängelmanagement

Zunächst werden die erforderlichen Projektinformationen vom Projektserver auf den PDA geladen. Anschließend können Mängel mit dem PDA erfasst und auf den Mangelserver übertragen werden. Mit der Office Applikation können die Mangelinformationen verwaltet und weiterverarbeitet werden. D. h. es können z. B. Mangelanzeigen generiert und Termine verfolgt werden. Die Überprüfung der Mangelbeseitigung auf der Baustelle erfolgt wiederum mit Hilfe des PDA.

Darüber hinaus können mit der Office Applikation auch die Projektinformationen bearbeitet werden. Zusätzlich wird auf dem Projektserver eine Beschreibung von Mangelkategorien bereitgestellt, um neue Mängel einfach klassifizieren zu können.

In der Tabelle 7.3 werden die im System angebotenen Web-Services beschrieben.

⁷⁷ Die Schnittstellen werden in der Web-Service Description Language (WSDL) spezifiziert.

Name	Beschreibung
get_maengel	Laden aller Mängel
set_mangel	Speichern eines neuen Mangels
get_organisationen	Laden aller Organisationsinformationen
set_organisation	Organisationsinformation ändern oder ergänzen
get_funktionen	Laden aller materialtransformierenden Projektfunktionen
set_funktion	Projektfunktion ändern oder ergänzen
get_leistungen	Laden aller Leistungsinformationen
set_leistung	Leistungsinformation ändern oder ergänzen
get_kategorien	Laden aller Mangelkategorien
set_kategorie	Mangelkategorie ändern oder ergänzen

Tabelle 7.3: Services zur Unterstützung des Mängelmanagements

7.2.7. Informationsinhalte

Die in den Servern verwalteten Informationsinhalte werden über die beschriebenen SOAP-Schnittstellen ausgetauscht und können damit allen Projektpartnern zur Verfügung gestellt werden. Es kann zwischen zwei Arten von Informationsinhalten unterschieden werden: die *Projektinformationen* und die *Mangelinformationen*.

Die Projektinformationen definieren die globalen Kooperationsrandbedingungen und entsprechen damit einer Bau-Netzwerk-Instanz. Diese Informationen bleiben während des Mängelmanagements nahezu unverändert. Die Klassen und Relationen der Projektinformationen sind in der Abbildung 7.4 dargestellt. Ein Vorgehensmodell zur Instanziierung der Projektinformationen wird in Kapitel 7.2.8 vorgestellt.

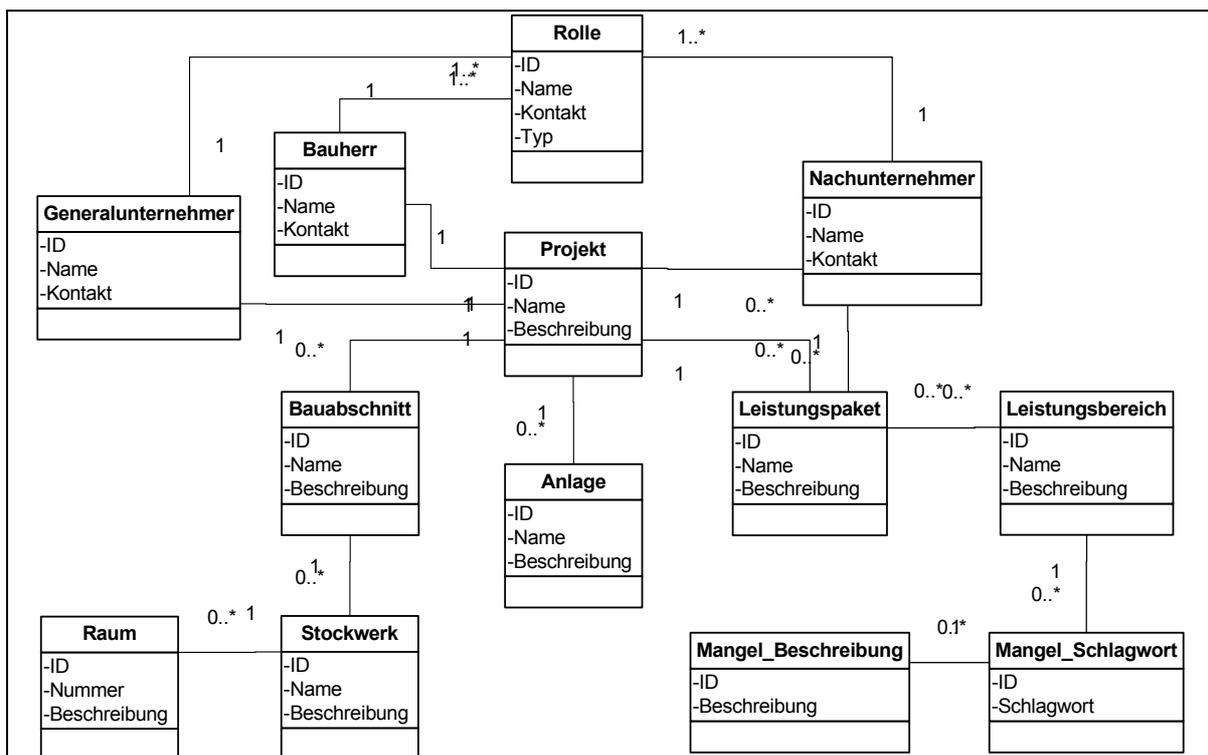


Abbildung 7.4: Datenmodell der Projektinformationen für das Mängelmanagement

Bei den Mangelinformationen handelt es sich um veränderliche Informationen, die zur Steuerung der Mängelmanagementprozesse erforderlich sind. Die Abbildung 7.5 zeigt die Klassen zur Beschreibung der Mangelinformationen und deren Beziehungen zu den Klassen der Projektinformationen (diese sind gestrichelt dargestellt).

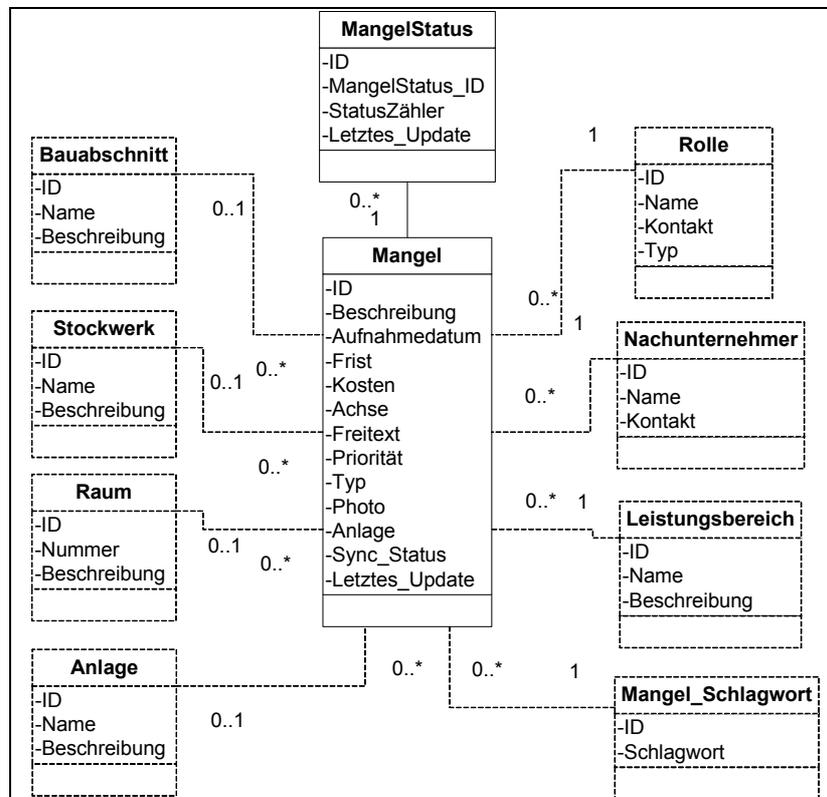


Abbildung 7.5: Datenmodell der Mangelinformationen

7.2.8. Vorgehensmodell

Das mögliche Vorgehen zur Instanziierung des Bau-Netzwerk-Schemas aus Abbildung 7.4 (ohne Mangelklassifikation aber mit der IT-Infrastruktur) ist in dem Vorgehensmodell in der Abbildung 7.6 dargestellt (Notation siehe Kapitel 5.4.2).

Zunächst wird ein neues Projekt angelegt und Bauherr sowie Generalunternehmer mit den entsprechenden Rollen „Melder“ und „Qualitätsmanager“ festgelegt. Anschließend kann das Projekt in seine Raum-Elemente Bauabschnitt, Stockwerk und Raum sowie die Anlagen gegliedert werden.

Daran anschließend sind die Leistungspakete mit den zugehörigen Leistungsbereichen zu bestimmen. Die Leistungspakete werden einem verantwortlichen Nachunternehmer zugeordnet, für den jeweils ein Mitarbeiter mit der Rolle „Bauleiter“ zu bestimmen ist.

Abschließend wird die IT-Infrastruktur, bestehend aus den Informationssystemen, deren Services und den verwalteten Informationsinhalten, festgelegt. Diese Informationen sind kein Bestandteil des Datenmodells für die

Projektinformationen, sondern regeln den Zugriff auf diese. Sie müssen daher an einer übergeordneten Stelle den Projektpartnern zur Verfügung gestellt werden.

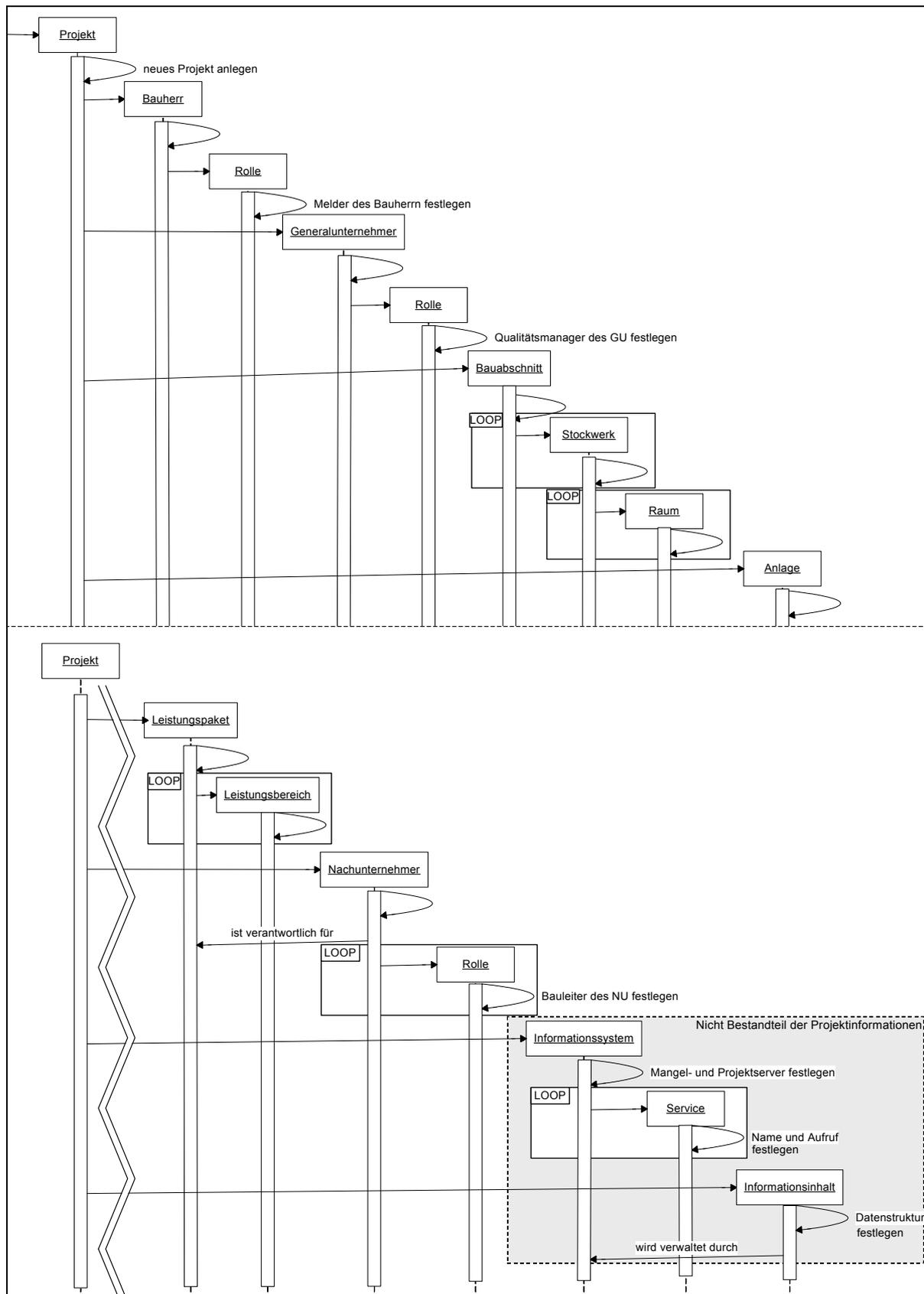


Abbildung 7.6: Vorgehensmodell zur Instanziierung eines Bau-Netzwerks zur Unterstützung des Mängelmanagements

7.3. Entwicklung der Prozessmuster

Für die Entwicklung der Prozessmuster zur Beschreibung der Mängelmanagementprozesse wurden zunächst die Arbeitsabläufe des Mängelmanagements in den unterschiedlichen Analyseprojekten dokumentiert (siehe Arkos 2005). Aufbauend auf den individuellen Geschäftsprozessmodellen konnte ein projektneutrales, allgemeingültiges Gesamtprozessmodell in Form einer erweiterten Ereignisgesteuerten Prozesskette entwickelt werden. Durch die Allgemeingültigkeit sollte sichergestellt werden, dass die modellierten Prozesse in unterschiedlichen Projektkontexten wieder verwendet werden können. Ausgehend von dem entwickelten Gesamtprozessmodell war es möglich, logische in sich geschlossene Teilprozesse zu identifizieren und in modulare, projektunabhängige Prozessmuster zu überführen.

Mit der Zielsetzung, die beim Mängelmanagement existierenden Medienbrüche im Informationsfluss durch den Einsatz von mobilen Endgeräten auf der Baustelle zu beseitigen, wurden sowohl die in den entwickelten Prozessmustern erzeugten Informationen analysiert, als auch die Schnittstellen zu den vorhergehenden und nachfolgenden Prozessmustern identifiziert. Auf Basis dieser Ergebnisse konnten die in den Kapiteln 7.2.6 und 7.2.7 beschriebene Informationssysteme und Informationsinhalte entwickelt werden.

Anschließend wurden die IST-Prozesse der Prozessmuster in SOLL-Prozesse überführt. D. h. die entwickelten Prozessmodelle wurden an die Anforderungen zur durchgängigen IT-gestützten Aufnahme, Verwaltung und Abnahme der Mangelinformationen angepasst. Ein vereinfachtes Beispiel hierfür ist in der Abbildung 7.7 für den Prozess „Mangel erfassen durch Bauherr“ dargestellt.

In dem dargestellten Prozessablauf werden neue Mängel durch den Melder des Bauherrn aufgenommen und in ein IT-System übertragen. Anschließend wird der Generalunternehmer über die neuen Mängel benachrichtigt. Dieser Vorgang erfolgte bei den Analyseprojekten durch eine handschriftliche Notiz, die im Büro in eine Mängelliste in Form einer EXCEL-Datei übertragen wurde. Zusätzlich wurde ein „Qualitätskontrollblatt“ ausgefüllt und per Post oder Fax an den Generalunternehmer geschickt. Anschließend kann das Mängelmanagement durch den Generalunternehmer mit dem Prozess „Mangel bewerten“ fortgeführt werden.

Durch den Einsatz eines PDA im SOLL-Prozess wird die Mangelerfassung auf der Baustelle vereinfacht, indem projektspezifische Auswahllisten für Projektstruktur, Leistungsstruktur und Mangelbeschreibungen bereitgestellt werden. Die erhobenen Daten können elektronisch an den Mangelserver übertragen und das für den Mangel verantwortliche Unternehmen kann automatisch benachrichtigt werden.

Für jedes der entwickelten Prozessmuster sind die in Kapitel 6.3.3 definierten Metainformationen des Anwendungskontextes, der Konfigurationsparameter und der Input- und Output-Schnittstellen zu spezifizieren. Für das Prozessmuster „Mangel erfassen durch Bauherr“ sind die Metainformationen in Tabelle 7.4 zusammengefasst.

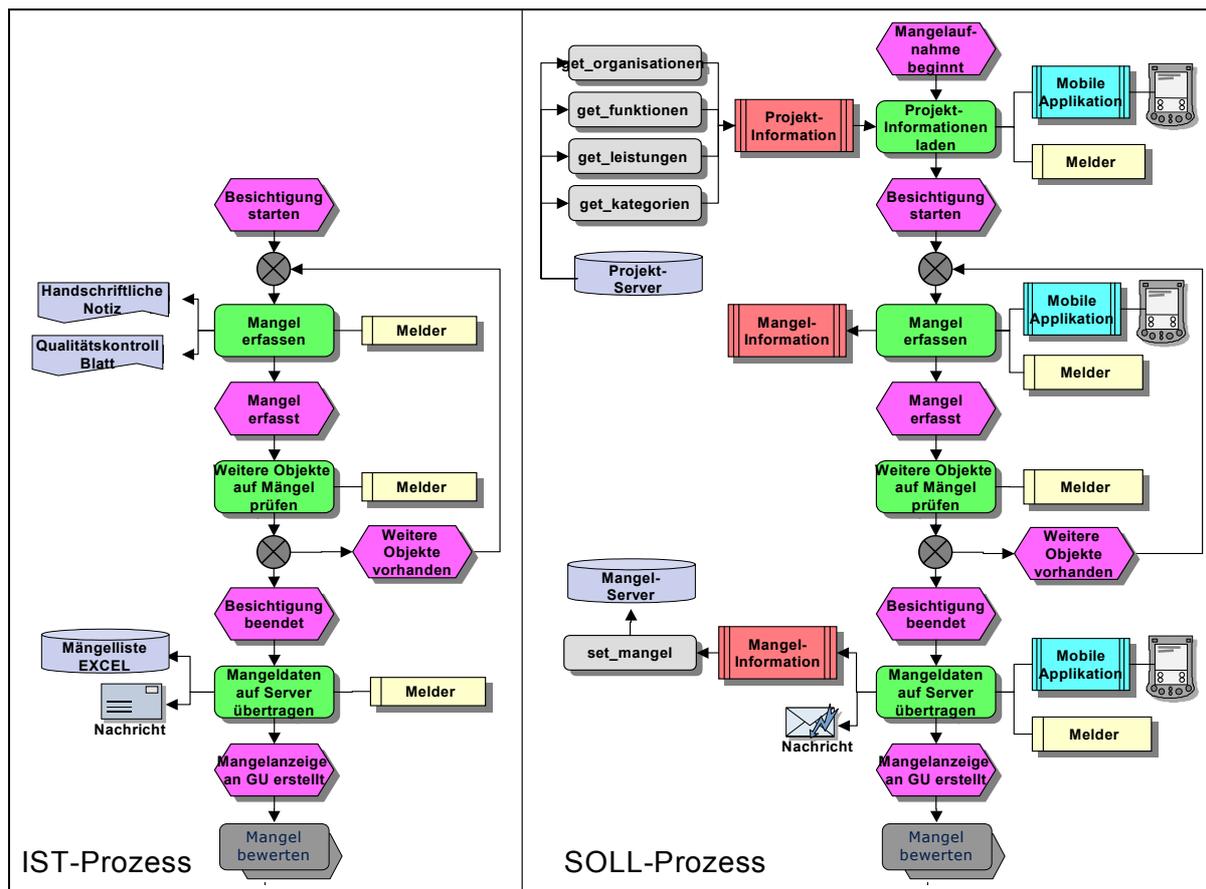


Abbildung 7.7: Überführung von IST- in SOLL-Prozess („Mangel erfassen durch Bauherr“)

Durch den Anwendungskontext des Prozessmusters wird festgelegt, dass das Prozessmuster für den Projekttypen „Hochbauprojekt“ in der Wertschöpfungsphase „Bauausführung“ mit der Organisationsstruktur „Generalunternehmer“ eingesetzt werden kann. Entwickelt wurde es für den Leistungsträger „Bauherr“. Außerdem kann es für sämtliche Raum-Elemente und Leistungsbereiche im Projekt verwendet werden.

Damit wurden jedoch nicht alle möglichen Anwendungskontexte für das entwickelte Prozessmuster definiert. So ist es z. B. denkbar, dass das Prozessmuster auch für den Projekttypen „Straßenbauprojekt“ oder für die Organisationsstruktur „Totalunternehmer“ eingesetzt werden kann. Da dieser Projekttyp bzw. diese Organisationsstruktur aber nicht Bestandteil der Analyseprojekte war, wurde auf eine Zuordnung verzichtet. Eine nachträgliche Erweiterung um diese oder weitere Eigenschaftswerte ist jedoch ohne weiteres möglich.

Die Konfigurationsparameter in der Tabelle 7.4 definieren die Informationen, die zur Konfiguration des Prozessmusters „Mangel erfassen durch Bauherr“ für ein konkretes Projekt erforderlich sind. So werden für die Informationssysteme „Mangelservers“ und „Projektserver“ deren Spezifikationen (z. B. IP-Adresse und Services) benötigt. Außerdem müssen die Informationsinhalte der „Mangelinformationen“ und der „Projektinformationen“ bekannt sein.

Prozessmuster: 001, „Mangel erfassen durch Bauherr“		
Anwendungskontext		
Konzept	Konzepteigenschaft	Eigenschaftswert
<i>Projekt</i>	<i>ProjektTyp</i>	<i>Hochbauprojekt</i>
<i>WertschoepfungsPhase</i>	<i>Name</i>	<i>Bauausführung</i>
<i>Organisationsstruktur</i>	<i>Typ</i>	<i>Generalunternehmer</i>
<i>Leistungstraeger</i>	<i>LeistungstraegerTyp</i>	<i>Bauherr</i>
<i>Raum-Element</i>	<i>Name</i>	<i>{alle}</i>
<i>Leistungsbereich</i>	<i>Name</i>	<i>{alle}</i>
Konfigurationsparameter		
Konzept	Konzepteigenschaft	Eigenschaftswert
<i>Informationssystem</i>	<i>Name</i>	<i>Mangelservers</i> \wedge <i>Projektserver</i>
<i>Informationsinhalt</i>	<i>Name</i>	<i>Mangelinformationen</i> \wedge <i>Projektinformationen</i>
Input-Schnittstelle		
Ereignis	Informationsobjekt	
<i>Mangelaufnahme beginnt</i>	<i>{kein}</i>	
Output-Schnittstelle		
Ereignis	Informationsobjekt	
<i>Mangelanzeige an GU erstellt</i>	<i>Mangelinformation</i> \wedge <i>Nachricht an GU</i>	

Tabelle 7.4: Metainformationen des Prozessmusters „Mangel erfassen durch Bauherr“

Anhand der Input- und Output-Schnittstellen wird schließlich festgelegt, durch welche Ereignisse und Informationsobjekte das Prozessmuster mit den Vorgänger- und Nachfolgerprozessen in Beziehung steht. In dem Beispiel sind keine Input-Informationen notwendig, um das Prozessmuster zu instanziiieren. Ausgelöst wird der Prozess durch das Ereignis „Mangelaufnahme beginnt“.

Beendet wird das Prozessmuster mit dem Ereignis „Mangelanzeige an GU erstellt“. Als Ergebnis werden die Informationsobjekte „Mangelinformation“ und „Nachricht an GU“ erstellt und an das nachfolgende Prozessmuster weitergegeben.

Die Beziehungen des Prozessmusters „Mangel erfassen durch Bauherr“ zu dessen Vorgänger- und Nachfolgerprozessen können auf globaler Ebene durch eine Prozessmodulkette dargestellt werden. In der Abbildung 7.8 ist die Prozessmodulkette für das Mängelmanagement in einer vereinfachten Form dargestellt.

Anhand dieser Darstellung ist zu erkennen, dass es sich beim Nachfolgerprozess um das Prozessmuster „Mangel bewerten“ handelt. Dieser Prozess wird durch den Generalunternehmer ausgeführt. Der Prozess kann durch die Ereignisse „Mangelanzeige an GU erstellt“, „Mangel erfasst“, „Mangel von NU zurückgewiesen“ und „Mangelbeseitigung durch Bauherr nicht akzeptiert“ ausgelöst werden. Das Ergebnis des Prozesses ist das Informationsobjekt „Mangelanzeige an NU“ und das Ereignis „Mangelanzeige an NU erstellt“.

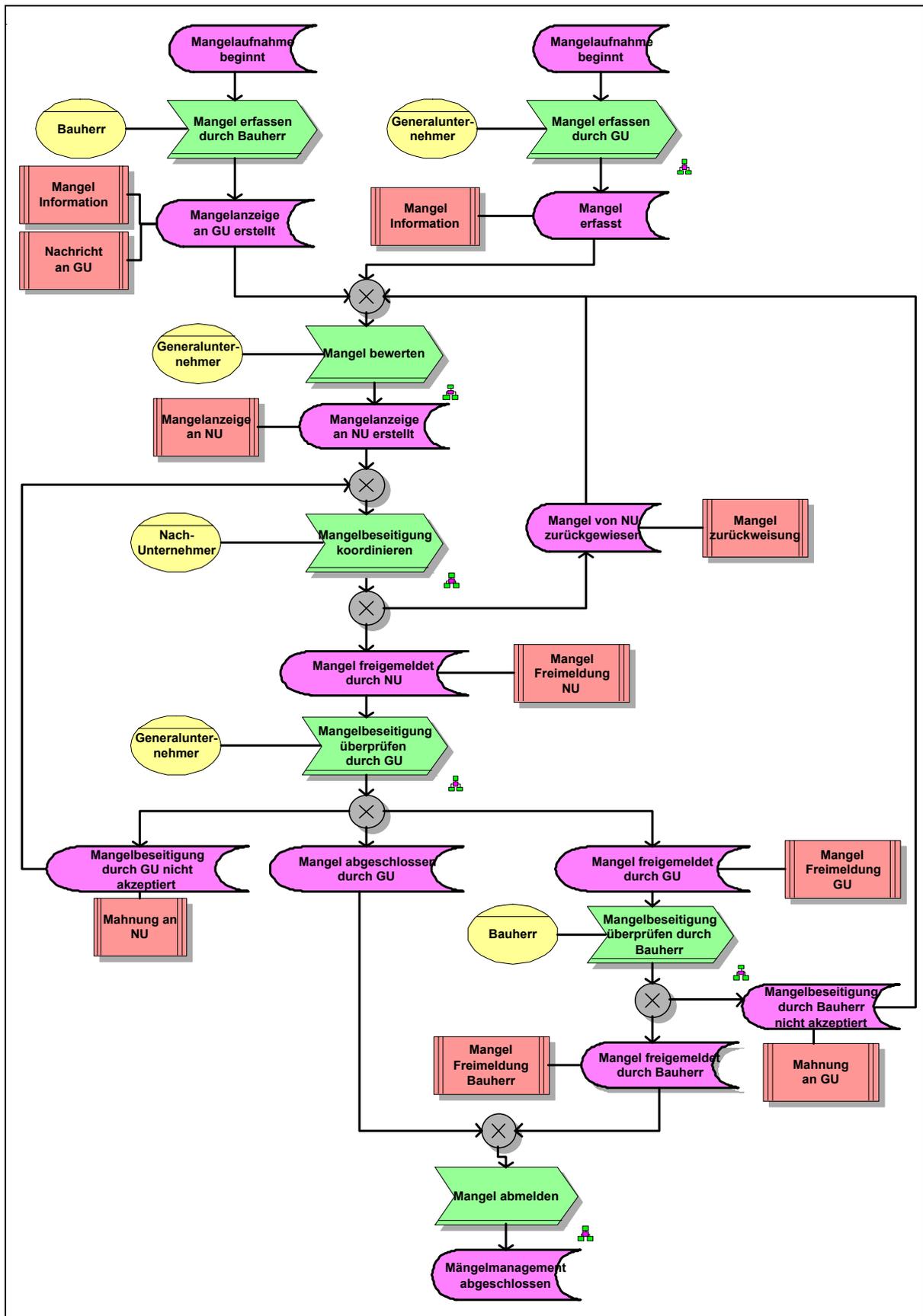


Abbildung 7.8: Prozessmodulkette „Mängelmanagement“

7.4. Anwendung der Prozessmuster

Zur informationstechnischen Unterstützung der in den entwickelten Mustern beschriebenen Abläufe sind die fachkonzeptionellen Prozessmodelle in Konstrukte des DV-Konzeptes und der Implementierung zu überführen. Dabei kann zum einen, wie bei der Mobile Applikation, eine neue Software anhand der Spezifikationen des Prozessmusters entwickelt werden. Zum anderen kann, wie bei der Office Applikation, auf bestehende Softwaresysteme zurückgegriffen werden, indem diese an die projektspezifischen Kooperationsrandbedingungen angepasst werden. Beide Applikationen werden nachfolgend kurz vorgestellt.

7.4.1. Mobile Applikation

Die Mobile Applikation unterstützt die Funktionen „Mangel erfassen“ und „Mangelbeseitigung überprüfen“. Für die Entwicklung der Mobile Applikation wurde innerhalb der DV-Konzeptebene ein objektorientiertes Datenmodell mit Klassendefinitionen, Beziehungsdefinitionen und Sequenzdiagrammen entworfen und anschließend implementiert.

Die Implementierung der Mobile Applikation erfolgte mit Hilfe der objektorientierten Programmiersprache JAVA. Nachfolgend werden einige Oberflächen der Mobile Applikation beispielhaft dargestellt. Durch diese Oberflächen wird die Mangelerfassung durch den Bauherrn oder den Generalunternehmer während einer Baubegehung unterstützt.



The screenshot shows a mobile application window titled "Eingabe 1/3 - Ort". The window has a blue header bar with the text "MMM" and a status bar showing "15:10". The main content area contains several input fields:

- "Bauabsch.*:" with a dropdown menu showing "Ebene 0".
- "Stockwerk:" with a dropdown menu showing "5".
- "Raum:" with a dropdown menu showing "- Bitte auswählen -".
- "Achse:" with an empty text input field.
- "Freitext:" with a large empty text area.

At the bottom of the form, there are three buttons: "< Zurück", "Weiter >", and "Beenden".

In dieser Oberfläche werden die Leistungsdaten des Projektes genutzt, um einen neuen Mangel zu lokalisieren. Die Leistungsdaten sind Bestandteile der Bau-Netzwerk-Instanz und wurden zuvor über den Service `get_leistungen` vom Projektserver in die lokale Datenbank übertragen.

In den Feldern *Achse* und *Freitext* können optional weitere Informationen zum Mangelort angegeben werden. Diese werden direkt mit den Mangelinformationen im Mangelserver gespeichert und haben keinen Verweis auf die Projektinformationen.

In dieser Oberfläche erfolgt die Zuordnung des Mangels zu einer der im Bau-Netzwerk definierten materialtransformierenden Funktion durch die Auswahl eines *Leistungsbereiches*. Zusätzlich kann eine technische Anlage bestimmt werden.

Anhand des gewählten *Leistungsbereiches* werden mögliche *Schlagworte* angezeigt. Diese dienen der Kurzcharakterisierung eines Mangels und haben unterschiedliche *Beschreibungen* zur ausführlichen Erläuterung.

Durch das *Datum* wird der Aufnahmezeitpunkt erfasst. Die *Frist* gibt einen Termin zur Beseitigung an. Beide Informationen sind direkte Bestandteile der Mangelinformationen.

Abhängig vom ausgewählten *Leistungsbereich* kann im Feld *Firma* der verantwortliche Nachunternehmer bestimmt werden. Darüber hinaus können in dieser Oberfläche die *Priorität*, die möglichen *Kosten* zur Mangelbeseitigung sowie der *Mangeltyp* (z. B. „Sicherheitsmangel“) festgelegt werden.

Der erfasste Mangel wird anschließend über den Service `set_mangel` an den Mangelserver übertragen.

7.4.2. Office Applikation

Durch die Office Applikation können die Funktionen „Mangel bewerten“, „Mangelbeseitigung koordinieren“ und „Mangel abmelden“ bearbeitet werden. Diese Funktionen werden in vielen Bauunternehmen bereits informationstechnisch unterstützt oder in Verbindung mit Projektkommunikationssystemen angeboten. Daher war es nicht erforderlich die Office Applikation neu zu entwickeln, lediglich die Implementierung der SOAP-Schnittstellen sowie die Anpassung der internen Prozessabläufe musste umgesetzt werden.

Für das Anwendungsbeispiel wurde die Office Applikation sowohl als unternehmensinterne Lösung in einem Bauunternehmen, als auch als Bestandteil eines Projektkommunikationssystems realisiert. Beide Applikationen unterstützen die

Mangelverwaltung indem Mangelanzeigen und Mahnungen automatisch erzeugt und verschickt werden. Außerdem können Mängel anhand unterschiedlicher Kriterien gesucht und gefiltert werden. Die Lösung im Projektkommunikationssystem hat darüber hinaus die Möglichkeit Workflows zu definieren und auszuführen (siehe Abbildung 7.9 und Abbildung 7.10).

7.5. Instanziierung des Mängelmanagementprozesses

Um die Prozessmuster in den entwickelten Applikation nutzen zu können, muss dessen projektunabhängige, generische Prozessbeschreibung in die Ausführungsphase überführt werden. D. h. die Prozessmuster sind anhand der Informationen des Bau-Netzwerks an die Randbedingungen des konkreten Bauprojektes anzupassen.

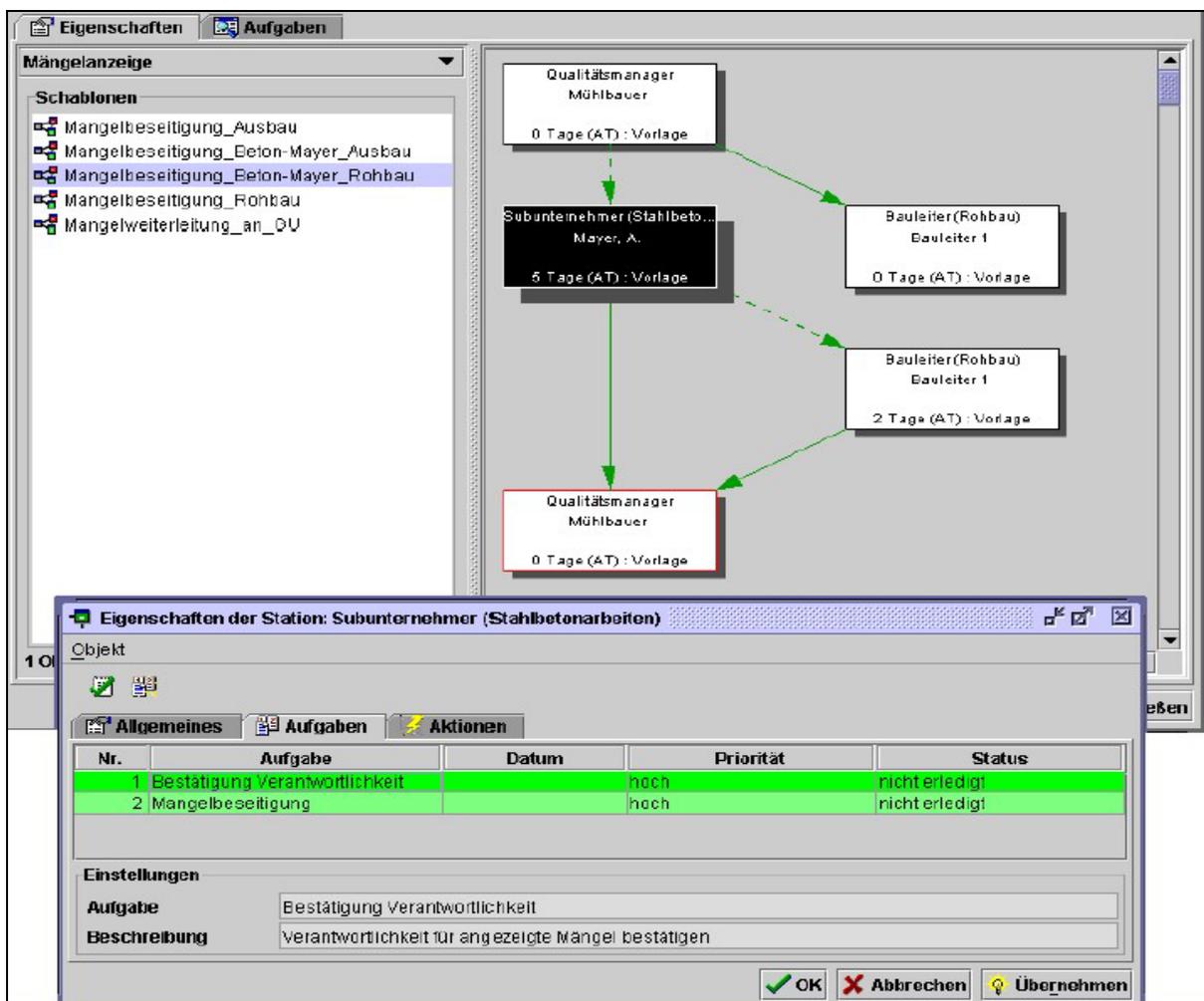


Abbildung 7.9: Workflow-Modell „Mangelbeseitigung_Beton-Mayer_Rohbau“
(Applikation: „Plan-Workflow“⁷⁸)

In der Abbildung 7.9 ist die Anwendung des Prozessmusters „Mangelbeseitigung koordinieren“ mit einer der angepassten Office Applikation dargestellt. Dafür wurde

⁷⁸ Entwicklung der WeltWeitBau Ingenieurgesellschaft für angewandte Bauinformatik mbH

die eEPK des Prozessmusters in ein Workflow-Modell zur Mangelbeseitigung durch die Firma „Beton-Mayer“ überführt. Die Überführung kann sowohl manuell, als auch (teil-)automatisch erfolgen. Für die automatische Anwendung ist der Prozess in einem für das WfMS interpretierbaren Skript abzulegen. Wird nun in dem Projekt ein Mangel an den Rohbauarbeiten identifiziert, so kann für die Steuerung der Mangelbeseitigung dieser Workflow instanziiert werden.

Wie im Kapitel 3.2.4 diskutiert wurde, ist die Workflow-Instanz eine konkrete Ausprägung eines Workflow-Modells und beschreibt einen konkreten (singulären) Prozess. Abbildung 7.10 zeigt die Prozessinstanz „Rohbaumangel Nummer 5“ für das oben beschriebene Workflow-Modell „Mangelbeseitigung_Beton-Mayer_Rohbau“. Bei der Instanziierung werden konkrete Termine für die Mangelersfassung und die Mangelbeseitigung festgelegt, wodurch die Darstellung als Gantt-Diagramm ermöglicht wird.

The screenshot displays a web application interface for managing workflow instances. The main content area shows details for a workflow instance titled "05-03-20-111 - ArKoS". The instance is associated with the sub-contractor "Subunternehmer (Stahlbetonarbeiten)".

Name	Größe	geändert am	Bearbeiter	Typ	Aktion
Mängelanzeige	9 KB	27.06.2005 16:22	Keller	Mängelanzeige	[Icons]

Below the table, a Gantt chart is visible, showing the timeline for the instance. The chart is titled "Juni" and "26.KW". The timeline includes dates from 24 to 03. The Gantt chart shows a red bar representing the "Ist" (actual) duration and a blue bar representing the "Soll" (planned) duration. The red bar starts on 27.06.2005 and ends on 04.07.2005. The blue bar starts on 27.06.2005 and ends on 04.07.2005.

Legend for the Gantt chart:

- Soll
- Ist (verspätet)

Abbildung 7.10: Workflow-Instanz „Rohbaumangel Nummer 5“
(Applikation „DefectManager“⁷⁹⁾)

⁷⁹ Entwicklung der WeltWeitBau Ingenieurgesellschaft für angewandte Bauinformatik mbH

8. Zusammenfassung, Ergebnisse und Ausblick

8.1. Zusammenfassung

Eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche kooperative Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen in einem Bauprojekt ist die durchgängige unternehmens- und phasenübergreifende Informationsverarbeitung. Hierfür bietet sich der Einsatz von Methoden des CSCW an, da sich die Informations- und Prozesskomplexität durch die Verteilung der Aufgaben in viele Teilleistungspakete erheblich erhöht. Auf Grund dieser gestiegenen Anforderungen an die Kommunikation und Koordination bedürfen die in einem Bauprojekt zu verarbeitenden Informationen und auszuführenden Prozesse einer integrierten Betrachtungsweise. Dabei kann durch die flexible Anpassung und Konfiguration der unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesse und lokalen Anwendungssysteme an die jeweiligen Kooperationsrandbedingungen die Effektivität bei der Leistungsbearbeitung gesteigert werden.

Ziel der Arbeit war es, die enge Vernetzung des unternehmensübergreifenden Informations- und Prozessmanagements in Bauprojektkooperationen zu unterstützen, indem unternehmensinterne Abläufe flexibel für unterschiedliche Kooperationsrandbedingungen wieder verwendet werden können. Insbesondere die IuK-technische Unterstützung der Initialisierung und des Betriebs der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit standen dabei im Zentrum der Betrachtung.

Der in der Arbeit entwickelte Lösungsansatz gliedert sich in zwei Teilaspekte, die aufeinander aufbauen. Im ersten Teil wurde ein branchenspezifisches Framework zur Initialisierung der Kooperationsrandbedingungen in einem Bauprojekt entwickelt. Kern dieses Frameworks ist ein Bau-Netzwerk-Schema, mit welchem die für die kooperative Zusammenarbeit in Bauprojekten benötigten Informationen abgebildet werden können. Für die Entwicklung des Bau-Netzwerk-Schemas wurden bau-spezifische Fachmodelle und Fachinformationen für das Bauprojektmanagement untersucht und in einem formalen Modell vereinigt. Dieses Modell besteht aus einem Makromodell, welches die Teilmodelle für Wertschöpfung, Aufbauorganisation, Projektstruktur und IT-Infrastruktur vereinigt.

Der Ablauf zur Instanziierung eines Bau-Netzwerk-Schemas wird durch ein Vorgehensmodell, basierend auf dem UML-Sequenzdiagramm, gesteuert. Die Umsetzung erfolgt in einem web-basierten Framework-Editor, so dass Inkonsistenzen und Informationslücken bei der Instanziierung vermieden bzw. reduziert werden können. Zusätzlich können die im Unternehmen vorhandenen (Fach-)Informationen eingebunden werden.

Im zweiten Teil des Lösungsansatzes wurden (Referenz-)Prozessmuster entwickelt, die eine flexible Wiederverwendung des in einem Unternehmen vorhandenen Prozesswissens für unterschiedliche Projektkontexte ermöglichen. Die Prozessmuster beruhen auf den Methoden der Geschäftsprozessmodellierung und beschreiben eine modular generische Ausgangslösung zur Modellierung projektspezifischer Prozessabläufe.

Für die Auswahl eines geeigneten Prozessmusters aus einem Prozess-Repository zur Erbringung einer Leistung wird die Methode des fallbasierten Schließens angewendet. Dabei kann über generische Maßnahmen das gewählte Prozessmuster an die Kooperationsrandbedingungen eines Projektes angepasst werden. Das Ergebnis ist eine projektspezifische Ausprägung des Prozessmusters, welche als Ausgangslösung für die Anpassung der unternehmensinternen Anwendungsprogramme verwendet werden kann. Durch die Verknüpfung der so konfigurierten Anwendungsprogramme der Projektbeteiligten kann die durchgängige, unternehmensübergreifende Informationsverarbeitung auf Basis eines formalen Geschäftsprozessmodells realisiert werden.

Für die Evaluation des entwickelten Lösungsansatzes wurden die Prozesse des Mängelmanagements in unterschiedlichen Bauprojekten analysiert und in einem Bau-Netzwerk-Schema sowie in Prozessmustern formalisiert. Anschließend wurden diese für einen konkreten Anwendungsfall instanziiert und getestet. Für die Implementierung wurde das Paradigma der services-orientierten Architekturen umgesetzt.

8.2. Ergebnisse

Die Modellierung und durchgängige IT-Unterstützung von Geschäftsprozessen ist im Bauwesen im Vergleich zu anderen Industrien nur wenig ausgeprägt. Modellierungsmethoden wie die Netzplantechnik werden zwar zum Projektmanagement eingesetzt; vorwiegend jedoch mit dem Ziel der Zeit- und Ressourcenplanung und weniger zur ganzheitlichen Prozessmodellierung. Daher wird eine durchgängige und prozessorientierte Informationsverarbeitung zumeist auch nur für wenige Teilfunktionen im Bauwerkslebenszyklus realisiert.

In den letzten Jahren hat sich eine Vielzahl von Forschungsprojekten mit der informationstechnischen Unterstützung unternehmensübergreifender Kooperation in Bauprojekten auseinandergesetzt. In diesen Projekten wurden vornehmlich projekzentriert Gesamtsysteme entwickelt, ohne dabei ausführlich auf die Möglichkeiten zur flexiblen, prozessorientierten Integration unterschiedlicher Anwendungsprogramme einzugehen. Ein Gesamtkonzept zur Unterstützung der durchgängigen Informationsverarbeitung in Bauprojekten durch die Integration heterogener IT-Systeme auf Basis wieder verwendbarer Geschäftsprozessmodelle wurde bisher nicht realisiert. Hierfür kann diese Arbeit einen Beitrag leisten.

Durch das branchenspezifische Framework wird ein Modell und eine Methode bereitgestellt, um die Phase der Initialisierung einer Bauprojektkooperation zu unter-

stützen. Dadurch können die häufig nur implizit oder in unabhängigen Teilmodellen vorhandenen globalen Projektinformationen in einem formalen Gesamtmodell, welches branchenspezifische Konzepte, Relationen und Informationen abbildet, explizit beschrieben werden. Ergebnis ist ein Projektrahmen für die Kooperation, das so genannte Bau-Netzwerk-Schema, an welchem die Projektpartner ihre internen Abläufe ausrichten können.

Die vielschichtigen, mehrdimensionalen Interdependenzen zwischen den Projektmanagementaspekten, welche die Prozessrealisierung beeinflussen, können durch das entwickelte Framework strukturiert und in Sichten getrennt abgebildet werden. Zusätzlich werden durch das Vorgehensmodell Inkonsistenzen und logische Fehler bei der Initialisierung vermieden. Durch die eingehende Analyse bauspezifischer Fachmodelle und Fachinformationen konnte die Allgemeingültigkeit und damit vielseitige Anwendbarkeit des Bau-Netzwerk-Schemas für unterschiedliche Projektausprägungen sichergestellt werden.

Mit der Formalisierung der Kooperationsrandbedingungen in einem Bau-Netzwerk-Schema wurde eine Grundlage geschaffen, die Modellierung und Instanziierung sowohl globaler als auch lokaler Prozesse informationstechnisch zu unterstützen. Unternehmen können damit ihre internen Funktionen, Prozesse und Informationssysteme an den globalen Kooperationsrandbedingungen ausrichten. Dadurch wird eine Verbindung zwischen den Projekt- und den Prozessinformationen realisiert.

Die Differenzierung in eine lokale und eine globale Perspektive ermöglicht es zudem Unternehmen an einer Kooperation teilnehmen zu können, ohne dass unternehmensinternes Projekt- und Prozesswissen allen Projektpartnern offen gelegt werden muss. Gerade im Bauwesen mit häufig wechselnden Partnern kann dies ein entscheidender Vorteil sein.

Mit der Anwendung formaler Methoden zu Geschäftsprozessmodellierung wird eine durchgängige Informationsverarbeitung sichergestellt, und es werden unnötige oder doppelte Aktivitäten minimiert. Darüber hinaus kann unternehmensinternes Prozesswissen mit Hilfe der entwickelten Prozessmuster projektunabhängig und modular gespeichert und für unterschiedliche Anwendungskontexte wieder verwendet werden. Das macht ein Unternehmen flexibel, denn es kann sich schneller an die unterschiedlichen Kooperationsrandbedingungen in neuen Bauprojekten anpassen. Darüber hinaus wird die Komposition projektindividueller Prozessketten entscheidend erleichtert und beschleunigt.

Durch die Nutzung neuer IT-Konzepte, wie den service-orientierten Architekturen, wird das prozessorientierte Informationsmanagement in Bauprojekten unternehmensübergreifend unterstützt. Die Projektbeteiligten sowie unabhängige Dienstleister können über standardisierte Protokolle ihre Services für alle Kooperationspartner anbieten. Die Kooperationspartner können dann, nach entsprechender Konfiguration, direkt über ihre lokalen Anwendungen auf die Web-Services zugreifen. Darüber

hinaus können Web-Services, auf Grund ihrer Kapselung in unabhängige Anwendungen, einfach und bedarfsgerecht miteinander kombiniert werden.

Anhand des Anwendungsbeispiels „Mängelmanagement“ konnte die Tragfähigkeit des entwickelten Lösungsansatzes demonstriert werden. Dabei hat sich gezeigt, dass mit dem entwickelten Lösungsansatz eine durchgängige Informationsverarbeitung und Prozesssteuerung möglich ist. Die Prozesse zum Mängelmanagement ließen sich in Prozessmuster zerlegen und konnten anschließend wieder zu einem Gesamtprozess zusammengeführt werden. Darüber hinaus war es möglich lokale von globalen Projektinformationen getrennt zu bearbeiten und zu speichern. Durch die Integration von PDA- und Office-Applikationen über Web-Services konnten Informationsverluste und unnötige Aufgaben vermieden sowie die Transparenz für alle Projektbeteiligten sichergestellt werden.

Es hat sich gezeigt, dass insbesondere repetitive und strukturiert ablaufende Prozesse⁸⁰ durch den entwickelten Lösungsansatz unterstützt werden können. Da diese Prozesse einen fest definierten Ablauf haben, lassen sie sich mit den entwickelten Prozessmustern gut formalisieren. Singuläre oder Ad-hoc-Workflows, die einmalig, stark variierend und nicht vorhersehbar ablaufen, können dagegen nur bedingt unterstützt werden. Diese bedürfen anderer Modellierungskonzepte.

Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz des entwickelten Lösungsansatzes ist allerdings, dass die beteiligten Unternehmen ein Interesse an einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit haben. Kooperation kann nur stattfinden, wenn von allen Projektpartnern das Interesse besteht eine, Bauleistung als Team zu erbringen.

Zusammenfassend kann diese Arbeit einen Beitrag leisten, die Prozessmodellierung im Bauwesen weiter zu etablieren. Wird dem Konzept des unternehmensübergreifenden Prozess- und Informationsmanagements gefolgt, können Unternehmen eine nie gekannte Flexibilität in der Projektbearbeitung erlangen. Unternehmensinternes Know-How kann in ein Projekt eingebracht werden, ohne etablierte Abläufe und vorhandene Anwendungssysteme mit jedem neuen Projekt neu gestalten zu müssen.

8.3. Ausblick

Der entwickelte Lösungsansatz bietet einen prinzipiellen Ansatz zur Unterstützung unternehmensübergreifender Kooperation im Bauwesen. Für die weitere Verifikation werden im Rahmen des Projektes ArKoS weitere, umfangreichere Anwendungsbeispiele analysiert. Ein Beispiel sind die Ausschreibungs- und Vergabeprozesse, an welchen die flexible Verknüpfung von AVA-Software, Herstellerportalen und Ausschreibungsportalen untersucht wird. Insbesondere durch den hohen Grad der Standardisierung von Schnittstellen und Prozessen sowie das umfangreiche Angebot

⁸⁰ Durch die WfMC werden diese auch als „Collaborative“, „Administrative“ und „Production Workflows“ bezeichnet.

an Anwendungssystemen ist dieses Beispiel für den entwickelten Ansatz ideal geeignet.

Aber auch die Integration von Produktmodellen in die unternehmensübergreifenden Gesamtprozesse bietet ein großes Potential sowohl in der Planungs- als auch in der Ausführungsphase eines Bauprojektes. Durch Methoden und Anwendungen zur Verwaltung und Bearbeitung mehrerer, fachspezifischer Sichten können unterschiedliche Fachplaner sowohl synchron als auch asynchron an einem Projektmodell arbeiten. Die hierfür notwendige Verknüpfung von Produktmodellinformationen mit den Prozessmodellinformationen wurde bisher nur teilweise realisiert.

Ein weiterer Forschungsaspekt liegt in der automatischen Überführung der Prozessmuster in projektspezifische Workflow-Modelle, die in unterschiedlichen WfMS verarbeitet werden können. Hierfür sind Konverter zu entwickeln, welche die eEPK in ein Workflow-Skript umwandelt und die Platzhalter im Prozessmodell mit den entsprechenden Werten des Projektkontextes belegt. Für die Beschreibung des resultierenden Workflows bieten sich standardisierte Prozessbeschreibungssprachen wie BPEL oder XPD L an.

Weiterhin ist auch die automatische Verknüpfung der einzelnen in einem Projekt eingesetzten Web-Services denkbar. So ist z. B. mit Hilfe der Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS) die Orchestrierung mehrerer Web-Services möglich. Dadurch treten diese nach außen als ein Web-Service auf. Sie sind aber intern durch eine Prozesslogik miteinander verkettet.

Letztlich liegt eine Erweiterungsmöglichkeit des entwickelten Lösungsansatzes in den Methoden zur Konfiguration der Prozessmuster. Dafür ist zu untersuchen, ob die Anpassung der Prozessmuster an die Kooperationsrandbedingungen nicht nur über generische, sondern auch über kompositorische Maßnahmen erfolgen kann. Dadurch lassen sich einzelne Bereiche des Prozessmodells, in Abhängigkeit von den Anforderungen im Projekt, automatisch löschen oder ergänzen. Die Identifikation geeigneter Kriterien und Methoden für kompositorische Maßnahmen verbleibt als Forschungsbedarf.

Literaturverzeichnis

- Aamodt & Plaza 1994** - Aamodt, A.; Plaza, E.: *Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches*. AI Communications: IOS Press, Vol. 7:1, 1994.
- Alexander 1977** - Alexander, C.: *A Pattern Language. Towns, Buildings, Construction*. Oxford University Press, New York, 1977. - ISBN 0-195-01919-9
- Arkos 2005** - Architektur Kollaborativer Szenarien: *Referenzmodellierung für Netzwerke in der Baubranche*. Zwischenbericht des Projektes, Keller M. (Editor), 2005.
- Balzer 2000** - Balzer, H.: *Lehrbuch der Softwaretechnik – Software-Entwicklung*. 2. Auflage, 2000. - ISBN 3-827-40480-0
- Bauer 1995** - Bauer, H.: *Baubetrieb*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2. Auflage, 1995. - ISBN 3-540-58532-X
- Becker et al. 2002a** - Becker, J.; Delfmann, P.; Knackstedt, R.; Kuropka, D.: *Konfigurative Referenzmodellierung*. In Becker, J.; Knackstedt, R. (Hrsg.): *Wissensmanagement mit Referenzmodellen – Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung*. Physica-Verlag, 2002. - ISBN 3-790-81514-4
- Becker et al. 2002b** - Becker, J.; Delfmann, P.; Knackstedt, R.: *Eine Modellierungstechnik für die konfigurative Referenzmodellierung*. In Becker, J.; Knackstedt, R. (Hrsg.): *Referenzmodellierung 2002. Methoden – Modelle – Erfahrungen*. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Münster, 2002. - ISSN 1438-3985
- Björk 2003** - Björk B.-C.: *Electronic Document Management in Construction – Research issues and results*. In IT-CON, Paper 2003/9, http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2003_9
- Brandenberger & Ruosch 1996** - Brandenberger, J.; Ruosch, E.: *Projektmanagement im Bauwesen*. Baufachverlag, 1996. - ISBN 3-855-65215-5
- Camarinha-Matos & Afsarmanesh 1999** - Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H.: *The Virtual Enterprise Concept*. In Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H. (Hrsg.): *Infrastructures for Virtual Enterprises – Networking industrial enterprises*. Kluwer Academic Publishers, 1999. - ISBN 0-792-38639-6

- Camarinha-Matos et al. 2005** - Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H.; Ollus, M. (Hrsg.): *Virtual Organizations – Systems and Practices*. Springer, 2005. - ISBN 0-387-23755-0
- Diederichs 1996** - Diederichs, C. J.: *Handbuch der strategischen und taktischen Bauunternehmensführung*. BauVerlag GmbH, 1996. - ISBN 3-762-53291-5
- DIN 276 1993-06** - *Kosten im Hochbau*
- Dostal et al. 2005** - Dostal, W.; Jeckle, M.; Melzer, I.; Zengler, B.: *Service-orientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte – Standards – Praxis*. Spektrum Akademischer Verlag, 2005. - ISBN 3-827-41457-1
- Eckstein & Eckstein 2004** - Eckstein, R.; Eckstein, S.: *XML und Datenmodellierung – XML-Schema und RDF zur Modellierung von Daten und Metadaten einsetzen*. dpunkt.verlag, 2004. - ISBN 3-898-64222-4
- Fabritius 2002** - Fabritius, J. M.: *Steigerung der Produktivität in der Bauindustrie durch Veränderung von Organisationsstrukturen zur Nutzung von E-Commerce*. In: *Bauwirtschaft und Baubetrieb*. Mitteilungen Heft 19, Technische Universität Berlin, 2002.
- Fehling 1992** - Fehling, R.: *Hierarchische Petrinetze*. Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 1992. - ISBN: 3-860-64001-1
- Fettke & Loos 2000** - Fettke, P.; Loos, P.: *Komponentendokumentationen - Eine systematische Bewertung von Ordnungssystemen aus formaler Sicht*. In Turowski, K. (Hrsg.): *Modellierung und Spezifikation von Fachkomponenten: Workshop im Rahmen der MobIS 2000; Modellierung betrieblicher Informationssysteme*. Tagungsband, Siegen, 2000.
- Fettke & Loos 2002a** - Fettke, P.; Loos, P.: *Der Referenzmodellkatalog als Instrument des Wissensmanagement: Methodik und Anwendung*. In Becker, J.; Knackstedt, R. (Hrsg.): *Wissensmanagement mit Referenzmodellen – Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung*. Physica-Verlag, 2002. - ISBN 3-790-81514-4
- Fettke & Loos 2002b** - Fettke, P.; Loos, P.: *Methoden zur Wiederverwendung von Referenzmodellen – Übersicht und Taxonomie*. In: Becker, J.; Knackstedt, R. (Hrsg.): *Referenzmodellierung 2002. Methoden - Modelle - Erfahrungen*. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Münster, 2002. - ISSN 1438-3985
- Fettke & Loos 2004** - Fettke, P.; Loos, P.: *Referenzmodellierungsforschung – Langfassung eines Aufsatzes*. Working Paper of the Research Group Information Systems & Management, Paper 16, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 2004.
- Fink et al. 2001** - Fink, A.; Schneiderei, G.; Voß, S.: *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. Physica-Verlag, 2001. - ISBN 3-790-81375-3

- Fleischmann 1997** - Fleischmann, H. D.: *Bauorganisation, Ablaufplanung, Baustelleneinrichtung, Arbeitsstudium, Bauausführung*. Werner Verlag, Düsseldorf, 1997. - ISBN 3-8041-1594-2
- Gadatsch 2003** - Gadatsch, A.: *Grundkurs Geschäftsprozess-Management*. Vieweg & Sohn Verlag, 2003. - ISBN 3-528-25759-8
- GAEB 2000** - Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen: *Reglungen für die Informationen im Bauvertrag – Aufbau Leistungsverzeichnis – GAEB-Datenaustausch 2000 XML*. Beuth Verlag, Version 2.0, 2002.
- Gamma et al. 1996** - Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J.: *Entwurfsmuster. Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software*. Addison Wesley, Bonn, 1996. - ISBN 3-893-19950-0
- Garcia et al. 2003** - Garcia, A. C.; Kunz, J.; Ekstrom, M.; Kiviniemi, A.: *Building a Project Ontology with Extreme Collaboration and Virtual Design & Construction*. CIFE Technical Report #152, Stanford University, 2003.
- Garrecht 2002** - Garrecht, M.: *Virtuelle Unternehmen – Entstehung, Struktur und Verbreitung in der Praxis*. Europäische Hochschulschriften, 2002. - ISBN 3-631-39429-2
- GEFMA 2005** - German Facility Management Association: *GEFMA 100 – Facility Management, Teil 1 – Grundlagen, Teil 2 – Leistungsspektrum*. Bonn, 2005.
- GEFMA 2006** - Deutscher Verband für Facility Management e.V.: www.gefma.de. letzter Zugriff: 16.04.2006.
- Geiger 2001** - Geiger, A.: *Produktdatenmodelle im Bauwesen - IFC im Praxistest*. Fachhochschule Karlsruhe, Forschungszentrum Karlsruhe, 2001.
- Greb 2005** - Greb, S.: *Petry-Netz-basierte Modellierung und Analyse von Bauprozessen*. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2005.
- Greiner et al. 2000** - Greiner, P.; Mayer, P.; Stark, K.: *Baubetriebslehre Projektmanagement*. Viewegs Fachbücher Technik, 2000. - ISBN 3-528-07706-9
- Hamann 2005** - Hamann, M.: *Neue Konzepte für das Vertragsmanagement und Claimmanagement*. Im Tagungsband zum 22. Internationalen Deutschen Projektmanagement Forum, Frankfurt, 2005.
- Hammer & Champy 1996** - Hammer, M.; Champy, J.: *Business reengineering: Die Radikalkur für das Unternehmen*. 6. Auflage, Frankfurt/Main, 1996. - ISBN 3-593-35017-3
- Hauschild 2003** - Hauschild, T.: *Computer Supported Cooperative Work-Applikationen in der Bauwerksplanung auf Basis einer integrierten Bauwerksmodellverwaltung*. Dissertation, Bauhaus-Universität Weimar, 2003.
- HOAI 2000** - *Untersuchung zum Leistungsbild des §31 HOAI und zur Honorierung für die Projektsteuerung*. Bundesanzeiger, 2000. - ISBN 3-887-84762-8

- HOAI 2002** - *HOAI 2002 – Honorarordnung für Architekten und Ingenieure 2002*. Beck-Texte im dtv, 22. Auflage, 2003. - ISBN 3-423-05596-0
- Hofer et al. 2005** - Hofer, A.; Adam, O.; Zang, S.; Scheer, A.-W.: *Architektur zur Prozessinnovation in Wertschöpfungsnetzten*. In Scheer, A.-W. (Hrsg.): *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik*; Heft 181, Saarbrücken, 2005.
- Huhnt 2003** - Huhnt, W.: *Informationsverarbeitung in Bauunternehmen – Struktur der Informationen zur Bearbeitung betriebswirtschaftlicher und baubetrieblicher Aufgaben*. Birkenhäuser Verlag, 2003. - ISBN 3-764-36524-2
- IAI 2006** - Industrie Allianz für Interoperabilität: www.iai-ev.org. Letzter Zugriff: 16.04.2006
- IFC 2004** - *IFC 2x Edition 2 – Model Implementation Guide*. Editor: T. Liebich, Version 1.7, www.iai-international.org/, Letzter Zugriff: 18.3.2004
- Jablonski et al. 1997** - Jablonski, S.; Böhm, M.; Schulz, W. (Hrsg.): *Workflow-Management – Entwicklung von Anwendungen und Systemen – Facetten einer neuen Technologie*. dpunkt.verlag, 1997. - ISBN 3-920-99373-X
- Juli & Scherer 2002** – Juli, R.; Scherer, R. J.: *iCSS – Ein integriertes Client-Server-System für das virtuelle Planungsteam*. VDI-Tagung Bonn „Bauen mit Computern“, VDI-Berichte 1668, VDI Verlag, Düsseldorf, 2002.
- Kahlen 2001** - Kahlen, H.: *Facility Management – Entstehung, Konzeptionen, Perspektiven*. Springer, 2001. - ISBN 3-540-60250-X
- Katranuschkov & Hyvarinen 1998** - Katranuschkov, P.; Hyvarinen, J.: *Product Data Server for Concurrent Engineering in A/E/C*. In Amor, R.; Scherer, R. J. (Hrsg.): *Product and Process Modeling in the Building Industry*. Watford, 1998.
- Katranuschkov et al. 2002a** - Katranuschkov, P.; Wix, J.; Gehre, A.; Liebich, T.: *Collected End User Requirements and Common Structure, Part I: Description of Methodology and Requirements Syntesis*. ICCI-Project, 2002, IST-2001-33022 ICCI
- Katranuschkov et al. 2002b** - Katranuschkov, P.; Scherer, R. J.; Turk, Z.: *Multi-Projekt, multi-user, multi-services integration: the ISTforCE integration approach*. In Turk, Z.; Scherer, R. J. (Hrsg.): *ECPPM 2002 - eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*. A.A. Balkema Publishers, 2002.
- Keller et al. 2002** – Keller, M.; Scherer, R. J.; Menzel, K.: *A personal planning approach for the integration and coordination of multi-project process information*. In Turk, Z.; Scherer, R. J. (Hrsg.): *ECPPM 2002 - eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*. A.A. Balkema Publishers, 2002.

- Keller & Scherer 2003** - Keller, M.; Scherer, R. J.: *Modellbasierte Projektkoordination für das virtuelle Planungsteam*. In IKM: Internationales Kolloquium über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen. Bauhaus-Universität Weimar, 2003.
- Keller et al. 2004** - Keller, M.; Katranuschkov, P.; Menzel, K.: *Modelling collaborative processes for Virtual Organizations in the building industry*. In Dikbas, A.; Scherer, R. J. (Hrsg.): *ECPPM 2004 - eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*. A.A. Balkema Publishers, 2004. - ISBN 04-1535-938-4
- Klauer 2002** – Klauer, T.: *Integration von Sach- und Kosteninformationen in das modellbasierte Projektkommunikationssystem BauKom-Online*. In Bilek, J. (Hrsg.): *Forum Bauinformatik 2002 - Junge Wissenschaftler forschen*. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2002. - ISBN 3-183-18104-5
- Klein et al. 2004** - Klein, R.; Kupsch, F.; Scheer, A.-W.: *Modellierung inter-organisationaler Prozesse mit Ereignisgesteuerten Prozessketten*. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.): *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschafts-informatik*. Heft 178, Saarbrücken, 2004.
- Kochendörfer et al. 2007** - Kochendörfer, B; Liebchen, J. H.; Viering, M. G.: *Bau-Projekt-Management – Grundlagen und Vorgehensweisen*. B.G. Teubner Verlag, Wiesbaden, 2007. - ISBN 978-3-8351-0011-4
- König 2004** - König, M.: *Ein Prozessmodell für die kooperative Gebäudeplanung*. Dissertation, Universität Hannover, Shaker Verlag, 2004. - ISBN 3-832-22970-1
- Korn 2004** - Korn, M.: *Ein Controlling-Konzept für den effizienten Einsatz von Projektkommunikationssystemen im Bauwesen*. Dissertation, Technische Universität Berlin; 2004.
- Krampe 1999** - Krampe, D.: *Wiederverwendung von Informationssystementwürfen – Ein fallbasiertes Werkzeuggestütztes Ablaufmodell*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 1999. - ISBN 3-824-42121-6
- Krystek et al. 1997** - Krystek, U.; Redel W.; Reppegather, S.: *Grundzüge virtueller Organisationen. Elemente und Erfolgsfaktoren, Chancen und Risiken*. Gabler-Verlag, Wiesbaden, 1997.
- Lang 1997** - Lang, K.: *Gestaltung von Geschäftsprozessen mit Referenzbausteinen*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1997. - ISBN 3-824-46540-X
- Loos 1996** - Loos, P: *Geschäftsprozessadäquate Informationsadaption durch generische Strukturen*. In Vossen, G.; Becker, J. (Hrsg.): *Geschäftsprozessmodellierung und Workflow-Management – Modelle, Methoden, Werkzeuge*. VMI Buch AG, Bonn, 1996. - ISBN 3-826-60124-6

- Meißner und Rüppel 2003** - Meißner, U. F.; Rüppel, U.: *Vernetzt-kooperative Planung mit Computern – Grundlagen und Methoden der Bauinformatik*. In IKM: *Internationales Kolloquium über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen*. Bauhaus-Universität Weimar, 2003.
- Menzel 2003** - Menzel, K.: *Nachhaltiges Ressourcenmanagement mit mehrdimensionalen Informationssystemen*. Habilitationsschrift, TU-Dresden, 2003.
- Menzel et al. 2004** - Menzel, K.; Keller, M.; Eisenblätter, K.: *Context Sensitive Mobile Devices in Architecture, Engineering and Construction*. In IT-CON Volume 9, 2004.
- Mertens 1997** - Mertens, P. (Hrsg.): *Lexikon der Wirtschaftsinformatik*. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 1997. - ISBN 3-540-61917-8
- Mertens et al. 1998** - Mertens, P.; Griese, J.; Ehrenberg, D.: *Virtuelle Unternehmen und Informationsverarbeitung*. Springer, 1998. - ISBN 3-540-64643-4
- Möller & Kalusche 2001** - Möller, D.-A.; Kalusche, W.: *Planungs- und Bauökonomie – Band 1&2: Grundlagen der wirtschaftlichen Bauausführung*. 4. Auflage; Oldenbourg Verlag, 2001. - ISBN 3-486-25497-9
- Müller C. 1999** - Müller, C.: *Der Virtuelle Projektraum – Organisatorisches Rapid-Prototyping in einer internetbasierten Telekooperationsplattform für Virtuelle Unternehmen im Bauwesen*. Dissertation, Fakultät für Architektur der Universität Karlsruhe, 1999.
- Müller J. 2005** - Müller, J.: *Workflow-based Integration*. Springer-Verlag, 2005. - ISBN 3-540-20439-3
- Nagel 1998** - Nagel, U.: *Baustellen Management*. Verlag für Bauwesen, 1998. - ISBN 3-345-00630-8
- Nävy 2000** - Nävy, J.: *Facility Management – Grundlagen Computerunterstützung Einführungsstrategie Praxisbeispiel*. 2. Auflage, Springer Verlag, 2000. - ISBN 3-540-67341-5
- Picot et al. 2001** - Picot, A.; Reichwald, R.; Rolf, T. W.: *Die grenzenlose Unternehmung - Information, Organisation und Management*. Gabler, Wiesbaden, 2001. - ISBN 3-409-52214-X
- Porter 1992** - Porter, M. E.: *Wettbewerbsvorteile- Spitzenleistungen erreichen und behaupten*. 3. Auflage, Campus Frankfurt, 1992. - ISBN 3-593-36178-7
- Puppe 1990** - Puppe, F.: *Problemlösungsmethoden in Expertensystemen*. Studienreihe Informatik, Springer-Verlag, 1990. - ISBN 3-540-53231-5
- Remme 1997** - Remme, M.: *Konstruktion von Geschäftsprozessen – Ein modellgestützter Ansatz durch Montage generischer Prozesspartikel*. Gabler, Wiesbaden, 1997.

- Richter 2000** - Richter, M. M.: *Fallbasiertes Schließen*. In Görz G., Rollinger C.-R., Schneeberger J. (Hrsg): *Handbuch der künstlichen Intelligenz*. Oldenbourg, 2000. - ISBN 3-486-25049-3
- Rinza 1998** - Rinza, P.: *Projektmanagement – Planung, Überwachung und Steuerung von technischen und nichttechnischen Vorhaben*. Springer, Berlin, 1998. - ISBN 3540640215
- Rivard et al. 2004** - Rivard, H.; Froese, T.; Waugh, L. M.; El-Diraby, T.; Mora, R.; Torres, H.; Gill, S. M.; O'Reilly, T.: *Case studies on the use of information technology in the Canadian Construction industry*. In IT-CON, Paper 2004/2, http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2004_2
- Roloff 1976** - Roloff, H.: *Sachkatalogisierung auf neuen Wegen*. 5. Auflage, VEB Druckhaus „Maxim Gorki“, Altenburg, 1976.
- Rösel 1999** - Rösel, W.: *Baumanagement – Grundlagen, Technik, Praxis*. Springer-Verlag, 1999. - ISBN 3-540-66291-X
- Rüppel & Klauer 2002** - Rüppel U.; Klauer T.: *Gewerkeübergreifendes Management von Kosteninformationen mit BauKom-Online*. In: *Bauen mit Computer – Kooperation in IT-Netzwerken*, VDI-Verlag, 2002. – ISBN 3-18-091668-0
- Rump 1999** - Rump, F. J.: *Geschäftsprozessmanagement auf der Basis ereignis-gesteuerter Prozessketten*. Teubner-Verlag, 1999. - ISBN 3-519-00295-7
- Schach & Sperling 2001** - Schach, R.; Sperling, W.: *Baukosten – Kostensteuerung in der Planung und Ausführung*. Springer, Berlin Heidelberg, 2001. - ISBN 3-540-66876-4
- Scheer 1998a** - Scheer, A.-W.: *CIM, Computer Integrated Manufacturing, Der computergesteuerte Industriebetrieb*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1998. - ISBN 3-540-52158-5
- Scheer 1998b** - Scheer, A.-W.: *ARIS – Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1998. - ISBN 3-540-63835-0
- Scheer 2001** - Scheer, A.-W.: *ARIS – Modellierungsmethoden – Metamodelle – Anwendungen*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001. - ISBN 3-540-41601-3
- Scheer et al. 2006** - Scheer, A.-W.; Adam, O.; Hofer, A.; Zang, S.: *ArKoS – Architektur Kollaborativer Szenarien*. Beitrag zur Eröffnungskonferenz Forschungsoffensive "Software Engineering 2006", Berlin, 2006.
- Scherer & Keller 2002** - Scherer, R. J.; Keller, M.: *Towards a Cross Project Workflow Integration for Multi Project Participation*. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE)*. Rom, 2002.

- Scherer 1998** – Scherer, R. J.: *A Framework for the Concurrent Engineering Environment*. In Amor, R.; Scherer, R. J. (Hrsg.): *Product and Process Modelling in the Building Industry*. Watford, 1998.
- Scherer 2000** - Scherer, R. J.: *Towards a personalized concurrent engineering Internet service platform*. In Concalves, R., Steiger-Carcao, A.; Scherer, R. J. (Hrsg.): *Product and Process Modelling in Building and Construction*. Balkema, Rotterdam, 2000. - ISBN 90-5809-179-1
- Schmoll 2001** - Schmoll, G. A.: *Kooperationen, Joint Ventures, Allianzen: Mit Auslandspartnern Wettbewerbs- und Marktvorteile erzielen*. Dt. Wirtschaftsdienst, Köln, 2001.
- Schulz 2001** - Schulz, G.: *Geschäfte im Netz*. In: *Baumarkt + Bauwirtschaft*. Heft 2, 2001
- Schweiz 1998** - Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Schweizerischer Baumeisterverband: *Bauen nach Smart*. Birkhäuser Verlag, 1998. - ISBN 3-764-35923-4
- Seeling 1995** - Seeling, R.: *Unternehmensplanung im Baubetrieb*. Teubner Verlag, Stuttgart, 1995. - ISBN 3-519-05072-2
- Seeling 1996** - Seeling, S.: *Projektsteuerung im Bauwesen*. B. G. Teubner Verlag, Stuttgart, 1996. – ISBN 3-519-05077-3
- Seidlmeier 2002** - Seidlmeier, H.: *Prozessmodellierung mit ARIS – Eine beispielorientierte Einführung für Studium und Praxis*. Verlag Vieweg & Sohn, 2002. - ISBN 3-528-05804-8
- Sommer 1998** - Sommer H.: *Projektmanagement im Hochbau – Eine praxisnahe Einführung in die Grundlagen*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1998, ISBN 3-540-62923-8
- Taylor 1913** - Taylor, S. W.: *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung*. Oldenbourg, München, 1913.
- Teufel & Sauter 1995** - Teufel, S.; Sauter, C.; Bauknecht, B.: *Computerunterstützung für die Gruppenarbeit*. Addison-Wesley, 1995. - ISBN 3-89319-878-4
- Thomas & Scheer 2002** - Thomas, O.; Scheer, A.-W.: *Ein modellgestützter Ansatz zum Customizing von Dienstleistungsinformationssystemen*. In: Becker, J.; Knackstedt, R. (Hrsg.): *Referenzmodellierung 2002. Methoden – Modelle – Erfahrungen*. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Münster, 2002. - ISSN 1438-3985
- Vanderhaeghen et al. 2005** - Vanderhaeghen, D.; Chikova, P.; Menzel, K.; Keller, M.; Berger, C.: *Architektur zum unternehmensübergreifenden Management von Bauprojekten*. In: *Tagungsband zum 22. Internationalen Deutschen Projektmanagement Forum*. Frankfurt, 2005.

- VDMA 1996** - VDMA 14196: *Gebäudemanagement – Begriffe und Leistungen*. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer e.V., 1996.
- VOB 2003** - **VOB** – *Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen*. Beck-Texte im dtv, 22. Auflage, 2003. - ISBN 3-423-05596-0
- Volkman 1998** - Volkman, W.: *Projektentwicklung – Handbuch für die planerische und baupraktische Umsetzung*. Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen, Essen, 1998. - ISBN 3-802-80464-3
- Voß & Gutenschwager 2001** - Voß, S.; Gutenschwager, K.: *Information-management*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 2001. - ISBN 3-540-67807-7
- WFMC 1995** - Workflow-Management Coalition: *The Workflow Reference Model*. Document Number TC00-1003, Document Status – Issue 1.1, 1995.
- Wischnewski 2003** - Wischnewski, E.: *Aktives Projektmanagement für das Bauwesen – Eine Anleitung zur effektiven Unterstützung, Durchführung und Steuerung von Bauprojekten*. 3. Auflage, Vieweg & Sohn, 3. Auflage, 2003. - ISBN 3-528-25471-8
- Wöhe 1996** - Wöhe, G.: *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. 19. Auflage, Franz Vahlen, München, 1996. - ISBN 8-800-62092-8

**Bisher erschienene Dissertationen, Habilitationen und Hefte des
Instituts für Bauinformatik⁸¹**

Markus Hauser	Eine kognitive Architektur für die wissensbasierte Unterstützung der frühen Phasen des Entwurfs von Tragwerken	logos Verlag Berlin, 06/1998
Martin Zsohar	Stochastische Größen der Resonanzfrequenzen und der Verstärkung seismischer Wellen im horizontal geschichteten zufälligem Medium	Shaker Verlag Aachen, 07/1998
Christian Steurer	Modellierung und Berechnung des Ermüdungsfortschritts mit stochastischen Differentialgleichungen	Selbstverlag, 02/1999
Peter Katranuschkov	A Mapping Language for Concurrent Engineering Processes	Heft 1, 02/2001
Karsten Menzel	Methodik zur nachhaltigen, rechnergestützten Ressourcenverwaltung im Bauwesen	Heft 2, 11/2003
Michael Eisfeld	Assistance in Conceptual Design of Concrete Structures by a Description Logic Planner	Heft 3, 11/2004
Matthias Weise	Ein Ansatz zur Abbildung von Änderungen in der modell-basierten Objektplanung	Heft 4, 11/2006
Jörg Bretschneider	Wellenbasierte, evolutionäre Modelle zur Analyse und Vorhersage der spektralen, räumlichen und zeitlichen Charakteristik der Bauwerksbelastung durch Starkbeben	Heft 5, 12/2006

⁸¹ Bis September 2003 Lehrstuhl für Computeranwendung im Bauwesen