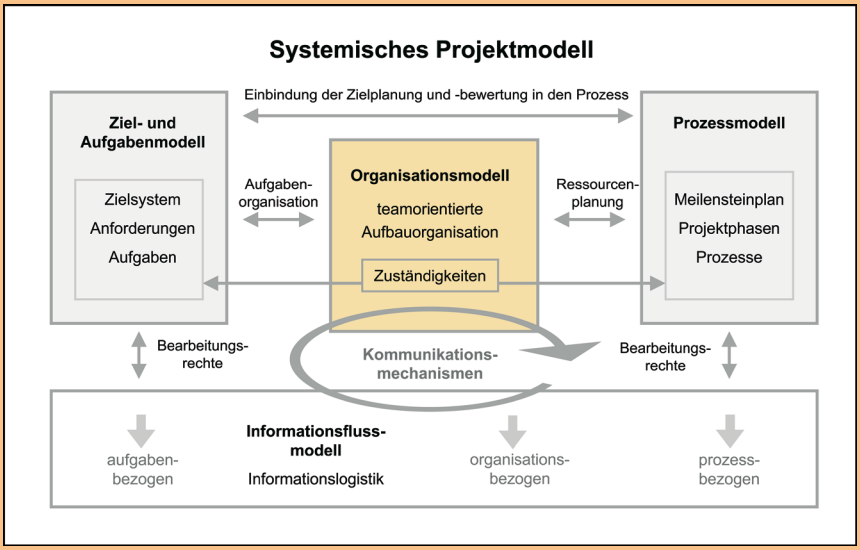
Petra von Both

Ein systemisches Projektmodell für eine kooperative Planung komplexer Unikate



universitätsverlag karlsruhe

Petra von Both

Ein systemisches Projektmodell für eine kooperative Planung komplexer Unikate

Ein systemisches Projektmodell für eine kooperative Planung komplexer Unikate

von
Petra von Both

universitätsverlag karlsruhe

Dissertation, Universität Karlsruhe (TH)
Fakultät für Architektur, 2005

Impressum

Universitätsverlag Karlsruhe
c/o Universitätsbibliothek
Straße am Forum 2
D-76131 Karlsruhe
www.uvka.de

SOME RIGHTS RESERVED

Dieses Werk ist unter folgender Creative Commons-Lizenz
lizenziert: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/de/

Universitätsverlag Karlsruhe 2006
Print on Demand

ISBN 3-86644-006-5

Ein systemisches Projektmodell für eine kooperative Planung komplexer Unikate

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Ingenieurswissenschaften

genehmigt von der

Fakultät für Architektur der

Universität Karlsruhe (TH)

von

Petra von Both

aus Koblenz

Tag der mündlichen Prüfung:	21. Dezember 2004
Hauptreferent:	Prof. Dr. ès. sc. techn. Niklaus Kohler
Korreferent:	Prof. Dr. Fritz Schmidt
Beisitz:	Prof. Dr. Thomas Lützkendorf

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand neben meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Angestellte am Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) an der Technischen Hochschule Fredericiana Karlsruhe.

Herrn Prof. Dr. ès. sc. techn. Niklaus Kohler, dem Leiter des Institutes, danke ich ganz herzlich für die Betreuung der Arbeit, die hilfreichen fachlichen Diskussionen sowie das Vertrauen, das er mir während meiner Zeit als wissenschaftliche Angestellte entgegengebracht hat. Für die Übernahme des Korreferats und die konstruktiven Anregungen bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Fritz Schmidt. Mein besonderer Dank gilt zudem Herrn Prof. Rudolf Damrath† für die geplante Übernahme des Korreferats. Die mit Ihm geführten Diskussionen und die erhaltenen Anregungen - gerade in Bezug auf die abstrakten methodischen Konzepte - haben mir sehr weitergeholfen. Herrn Prof. Dr. Thomas Lützkendorf danke ich für die Übernahme des Beisitzes und Herrn Prof. Matthias Pfeiffer für den Prüfungsvorsitz.

Zum Gelingen meiner Arbeit haben zudem die gute fachliche Zusammenarbeit und die vielen anregenden fachlichen Diskussionen mit anderen Kollegen entscheidend beigetragen. Besonders hervorheben möchte ich hier Herrn Robin Gessmann, Dr. Christan Müller, Dr. Matthias Gebauer. Weiterhin bedanke ich mich bei meiner studentischen Hilfskraft Herrn Stefan Janson für die Mithilfe bei der Implementierung des Prototypen.

Eine wesentliche Grundlage der für diese Arbeit entwickelten Konzepte bilden die Erfahrungen, die ich über die Laufzeit von zwei Projekten im interdisziplinären Forschungsschwerpunkt Informationslogistik sammeln konnte. Besonderer Dank gilt hierbei Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Hans Grabowski sowie Herrn Prof. Dr. Detlef Schmid.

Auch die Projektarbeit im DFG Schwerpunktprogramm 1104 "Vernetzt kooperative Prozesse im konstruktiven Ingenieurbau" stellt einen wichtigen Punkt zum Gelingen dieser Arbeit dar. Besonders die sehr konstruktive Disskussion mit Herrn Prof. Dr. Udo Meissner, dem ich an dieser Stelle herzlich für seine freundliche Unterstützung danken möchte, haben mir sehr weitergeholfen.

Ganz besonders danken möchte ich meinem Partner Robin Gessmann und meiner Freundin Petra Gerlach, die mir durch ihre Unterstützung den für die Erstellung der Arbeit nötigen Rückhalt boten und mir stets zur Seite standen. Auch bei der Korrektur der Arbeit waren Sie mir eine große Hilfe. Auch Dr. Holger von Both und meinem Vater Reinhard Schmidt-Haunschild möchte ich ganz herzlich für das Korrekturlesen danken.

Meinen Eltern gebührt ganz besonderer Dank für die währende meiner gesamten wissenschaftlichen Ausbildung geleistete Unterstützung und liebevolle Fürsorge.

München, im Juli 2005

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG ... 1
1.1 Problemstellung ... 2
1.1.1 Einordnung in den Institutskontext ... 4
1.2 Zielsetzung ... 6
1.3 Gliederung der Arbeit ... 7
2 GRUNDLAGEN ... 9
2.1 Projektmanagement und Projektplanung ... 10
2.1.1 Projekte ... 10
2.1.2 Projektmanagement ... 11
2.1.3 Stand der Dinge und Trends im Projektmanagement ... 13
2.2 Systemtechnik ... 15
2.2.1 Das Modell der Systembeschreibung ... 16
2.2.2 Arten von Systemen ... 18
2.2.3 Systems Engineering ... 19
2.2.4 Modellbildung ... 22
2.3 Produkt- und Gebäudemodelle ... 24
2.4 Planungs- und Konstruktionsmethodiken ... 29
2.5 Kooperative Planung ... 36
2.5.1 CSCW ... 38
2.5.2 Groupware-Systeme ... 43
3 LÖSUNGSANSATZ UND WEITERFÜHRENDE ANFORDERUNGEN ... 49
3.1 Lösungsansatz ... 50
3.2 Anforderungen an den Lösungsansatz ... 51
3.2.2 Ansatzpunkt Produktqualität ... 57
4 KONZEPTE UND METHODEN ... 61
4.1 Das Systemische Projektmodell ... 61
4.1.1 Systemtechnische Herleitung des Projektmodells ... 62
4.1.2 Konzeption des Projektmodells ... 65
4.1.3 Systemintegration durch Strukturbildung ... 67

4.1.4 Vorgehensmodell zur Projektdurchführung 78
4.2 Inhaltliche Synchronisation durch thematische Strukturierung 88
4.2.1 Anforderungen und Lösungsansätze 89
4.2.2 Konzept zur thematischen Strukturierung 91
4.2.3 Das Objektstrukturmodell 99
4.2.4 Strukturbasierte Zugriffsmechanismen 127
4.2.5 Vorgehensweise bei der Erarbeitung der Projektstruktur 130
4.3 Das Ziel- und Aufgabenmodell 136
4.3.1 Grundlagen und Stand der Dinge 137
4.3.2 Anforderungen und Lösungsansätze 140
4.3.3 Konzeption des Ziel- und Aufgabenmodells 143
4.3.4 Vorgehen bei der Ziel- und Anforderungsplanung 190
4.4 Das Organisationsmodell 210
4.4.1 Grundlagen 211
4.4.2 Anforderungen und Lösungsansätze 214
4.4.3 Konzeption des Organisationsmodells 216
4.4.4 Vorgehensweise bei der Bildung der Organisationsstruktur 234
4.5 Das Prozessmodell 237
4.5.1 Grundlagen und Stand der Dinge 238
4.5.2 Anforderungen und Lösungsansätze 240
4.5.3 Konzeption des Prozessmodells 244
4.5.4 Vorgehen bei der Prozessmodellierung 260
4.6 Informationsflussmodell 267
4.6.1 Grundlagen der Informations- und Kommunikationsmagagements ..268
4.6.2 Anforderungen und Lösungsansatz 270
4.6.3 Konzeption des Informationsflussmodells 272
4.6.4 Vorgehensweise beim Informationsmanagement 288
4.7 Ein methodisches Vorgehensmodell für die Objektplanung 290
4.7.1 Anforderungen und Lösungsansätze 290
4.7.2 Vorgehensmodell zur Objektplanung 292
5 PROTOTYPISCHE UMSETZUNG 303
5.1 Anforderungen an die Umsetzung 304

5.2 Konzept zur Umsetzung ... 305
5.2.1 Wahl der Technologie ... 305
5.2.2 Aufbau des Prototypen ... 306
5.2.3 Konzept zur Benutzerführung ... 309
5.2.4 Regelung der Zugriffs- und Bearbeitungsrechte ... 311
5.3 Systemarchitektur ... 312
5.4 Beschreibung des Software-Prototypen ... 314
5.4.1 Benutzeroberfläche der Projektumgebung ... 315
5.4.2 Modul zur Ziel- und Anforderungsmodellierung ... 317
5.4.3 Modul zum Aufgabenmanagement ... 335
5.4.4 Modul zum Prozessmanagement ... 345
5.4.5 Modul zur Verwaltung der Projektorganisation ... 363
5.4.6 Modul zum Informationsmanagement ... 376
5.4.7 Modul zur Verwaltung der Strukturobjekte ... 384
5.4.8 Assistierende Funktionalitäten und Informationen ... 394
5.4.9 Groupwarefunktionalitäten ... 401
5.4.10 Schnittstellen und Werkzeuganbildung ... 404
5.4.11 Erkenntnisse bei der Umsetzung des Modells ... 408
6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK ... 411
7 GLOSSAR ... 419
8 LITERATUR ... 425
9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS ... 445
10 ANHANG ... 453
10.1 Elemente des Teilmodells Ziele und Aufgaben ... 456
10.2 Elemente des Organisationsmodells ... 468
10.3 Prozessmodell ... 472
10.4 Informationsflussmodell ... 478
10.5 Strukturobjekte ... 479

1 Einleitung

Was bedeutet Planung?

Planung ist das Vorausdenken zukünftiger Situationen oder Planungsgegenstände unter Berücksichtigung menschlicher Bedürfnisse und technischer sowie ökonomischer Machbarkeit [vgl. Rude98]. Die Planung von Unikaten im Baubereich kann dabei als ein individueller Prozess betrachtet werden [vgl. Baue00]: Die Bedürfnisse resultieren aus den spezifischen Rahmenbedingungen und Wünschen der Auftraggeber und sonstiger betroffener Gruppen und manifestieren sich in individuellen Problemstellungen, Zielsetzungen und Aufgaben. Die Machbarkeit orientiert sich am jeweiligen Stand der Technik in den betroffenen Disziplinen sowie an den finanziellen und sonstigen spezifischen Rahmenbedingungen des Projektes und seines Umfeldes. Planen ist dabei allerdings nicht als rein rationaler Prozess zu verstehen sondern stellt auch eine schöpferische Arbeit dar, die weitgehend auf den Fähigkeiten, Erfahrungen und der Intuition des Menschen beruht. Dies gilt besonders für die Bauplanung, bei der vor allem die Entwurfsprozesse auf die kreativen Leistungen des menschlichen Geistes angewiesen sind [vgl. Agte75].

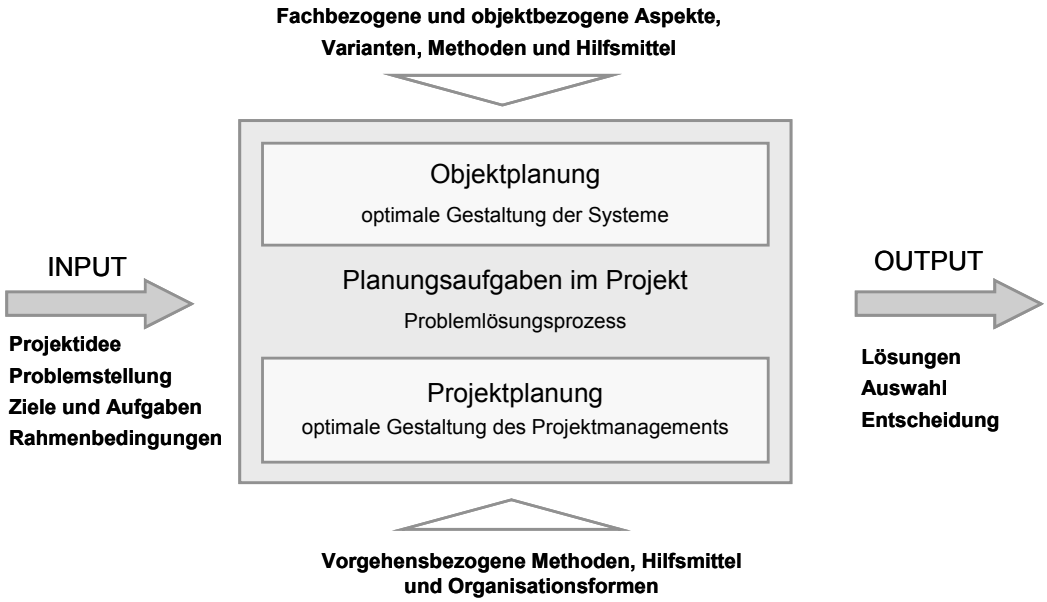


Abbildung 1-1: Planungsbereiche im Projekt in Anlehnung an [AgBa92]

Bei der Durchführung von Planungsprojekten im Baubereich liegt der Fokus der Planung, wie Abbildung 1.1-1 zeigt, auf zwei Kernbereichen [vgl. AgBa92]:

- Das zu planende Objekt ist unter Zuhilfenahme geeigneter Methoden und Techniken optimal zu gestalten. Dieser Teil der Planungsaufgabe wird als **Objektplanung** oder Systemplanung bezeichnet.

- Die Planung und Bereitstellung eines hierfür geeigneten koordinierenden Planungsrahmens und Planungsvorgehens, bestehend aus Methoden, Hilfsmitteln und Organisationsformen, die eine effektive und effiziente Durchführung der eigentlichen Objektplanung ermöglichen und unterstützen. Dieser Teil von Planungsaufgaben findet im Rahmen des **Projektmanagements** statt.

Diese zwei unterschiedlichen Aspekte der Planung sind planungsmethodisch getrennte Wissensgebiete und haben ihre eigenen Gesetzmäßigkeiten. Sie stehen jedoch, wie Abbildung 1-1 zeigt, in enger Wechselwirkung zueinander, so dass eine entsprechende Abstimmung aufeinander notwendig wird.

1.1 Problemstellung

Planungsaufgaben im Rahmen von Unikatentwicklungen im Baubereich weisen eine steigende Komplexität auf [vgl. Sayn97]. Dies resultiert zum einen aus dem wachsenden Umfang des Problemfeldes, da immer neue Aspekte, wie z.B. die Materialökologie [BrSi04] oder Aspekte der Nachhaltigkeit [vgl. Kohl98] als planungsrelevant erkannt werden und als Anforderungen an das Produkt „Gebäude“ formuliert werden. Auf der anderen Seite wächst allerdings auch die Gesamtheit der technischen Möglichkeiten und potentieller planerischer Lösungen, was Probleme bezüglich der Überschaubarkeit des möglichen Lösungsraumes und der Selektion der für die spezifische Problemstellung am besten geeigneten Planungsvariante enstehen lässt. Ein weiterer Faktor der Komplexität besteht in der Beziehungsdichte und Vernetzung, die mit wachsender Anzahl an problemrelevanten Aspekten im allgemeinen zunehmen. Diese Veränderungen des Problemumfanges führen so zu einem Anwachsen der bei Bauplanungen ohnehin sehr ausgeprägten inhaltlichen Vernetzung der verschiedenen Planungsbereiche. Die vielfältigen thematischen Wechselwirkungen der zu bearbeitenden Problemstellungen sind für die einzelnen Planer so oft nicht mehr direkt nachvollziehbar. Dadurch kann es zu großen Kompatibilitätsproblemen der erarbeiteten Teillösungen kommen.

Bauprojekte weisen darüberhinaus eine hohe Dynamik auf, da sich die Überführung der zu Beginn des Projektes auf Bauherrenseite meist nur sehr unscharf formulierbaren Zielsetzungen und Wünsche in konkrete, quantifizierte Gebäudeanforderungen und operationalisierte Planungsaufgaben als fortwährender Prozess über die gesamte Projektlaufzeit erstreckt. Die Handhabung dieser – gerade zu Projektbeginn – vorhandenen Unschärfe stellt besondere Anforderungen im Hinblick auf die Formalisierbarkeit und Unterstützung der Planungsprozesse. Erschwerend wirken sich zudem aus der zumeist langen Projektlaufzeit resultierende Veränderungen gesellschaftlicher, politischer und technologischer Rahmenbedingungen aus. So stellt die wirtschaftliche Situation in der europäischen Baubranche [vgl. BoSi01] mit einer wachselnden Öffnung und Globalisierung der Märkte [vgl. BMBF01] wachsende Forderungen an das Projektmanagement hinsichtlich einer effizienten Projektdurchführung und verkürzter Planungszeiten [Bron01]. Ein aus dieser zunehmenden Komplexität erwachsender steigender Bedarf an Fachwissen führt zu einer starken Spezialisierung und damit einer verstärkten Arbeitsteilung im

Planungsprozess [vgl. GrKl03, Will02]. Die Spezialisierung hat nach [Ropo75] allerdings mittlerweile einen Grad erreicht, der die Effektivität planerischer Arbeit bereits wieder zu gefährden beginnt.

Dieser strukturelle Wandel der Bauwirtschaft stellt so nach Schlichter et al. [SRKM01] wachsende Anforderungen an die von den Planern zu erbringenden Planungs- und Koodinationsleistungen. Die Gewährleistung einer ausreichenden Abstimmung und Koordination der hierbei zumeist verteilt stattfindenen Planungsprozesse stellt nach Grabowski und Klimesch [GrKl03] sowie [RüMe00] eine große Herausforderung dar. Trotz der Fortschritte des Projektmanagements sind in Projekten aufgrund der genannten Rahmenbedingungen oft Termin- und Kostenüberschreitungen sowie Funktions- oder Qualitätsmängel zu beklagen. Die Ursachen liegen nach Platz [Plat94] hauptsächlich darin begründet, dass die Komplexität der Projektabwicklung und des Projektinhaltes nicht überblickt und beherrscht wird.

Zur Reduzierung der Komplexität werden in der Baupraxis die verschiedenen Lösungsprozesse zumeist soweit in Teilvorgänge aufgeteilt, bis sie einzeln und isoliert innerhalb der einzelnen Fachdisziplinen bearbeitet werden können. Eine Kopplung der Einzelleistungen geschieht nur über Austausch und unidirektionale Weitergabe von Ergebnissen [vgl. Müll99]. Diese isolierte Bearbeitung von separat optimierten „Insellösungen“ und hieraus resultierende Defizite in der inhaltlichen Synchronisation führen allerdings oft zu mangelnder Planungsqualität hinsichtlich der übergeordneten Gesamtzielsetzung – was eine Vielzahl gebauter Beispiele mangelhafter Kombination hochausgereifter Einzelkomponenten zeigen. Empirische Analysen [Plat94] zeigen als Hauptgrund der Zielabweichungen vergessene oder nicht berücksichtigte aber notwendige Planungsaspekte bzw. Planungsinhalte.

Die Lösung solcher komplexer Planungsaufgaben bedarf daher der Anwendung integraler Methodiken. Durch eine horizontale Integration des Planungsprozesses soll eine bessere Abstimmung der verschiedenen thematischen Planungsaspekte und beteiligten Fachdomänen erreicht werden. Anhand einer nachhaltigen Planung sollen zudem auch Aspekte späterer Lebenszyklusphasen des Planungsobjektes in den Planungsprozess Eingang finden (vertikale Integration). Die Planung kann so als integrierte Gesamtleistung aller beteiligten Fachbereiche [vgl. Müll99, Wieg95] anstatt als Summe von separat zu optimierenden Einzelleistungen unterstützt werden. Um alle planungsrelevanten Aspekte entsprechend berücksichtigen zu können, erfordert eine solche Bearbeitung komplexer Problemstellungen eine frühzeitige Einbindung aller benötigten fachlichen Kompetenzen und des entsprechenden Wissens in den Planungsprozess. Je mehr die Anzahl der Beteiligten allerdings steigt, um so schwieriger wird die projektinterne Kommunikation und die planungsbezogene Abstimmung. Eine wachsende räumliche Entflechtung der Projektstruktur [GrKl03] verschärft dieses Problem zusätzlich.

Mit einem verstärkten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien, wie z.B. webbasierten Projektservern [Resc02], erhofft man sich bei der Projektdurchführung eine Steigerung der Effektivität und Effizienz des Planungsprozesses. Gerade bei komplexen branchenübergreifenden Problemstellungen erscheint dieser technologiebasierte Ansatz vielversprechend. Es zeigt sich allerdings [ICCCBE02 sowie Mark02], dass eine alleinige technologische Unterstützung, die lediglich versucht, bestehende starre Strukturen und Methoden der Zusam-

menarbeit abzubilden, nur einen sehr begrenzten Nutzen bringt. Um eine wirkliche Verbesserung zu erreichen, ist es daher notwendig, bestehende Planungsmethoden, Kooperationsstrukturen und organisatorische Ansätze zu hinterfragen und auf ganzheitlichen Ansätzen aufbauende methodenbasierte Hilfsmittel für die Unterstützung von Planungsprojekten bereitzustellen und einzusetzen.

Nach [BMBF01] geben existierende Planungs- und Organisationstheorien jedoch keine ausreichenden Antworten auf die spezifischen Probleme der Koordination räumlich verteilter aber dennoch gemeinschaftlicher Bearbeitung komplexer Problemstellungen. Auch im Bereich der Forschung und der kommerziellen Softwareentwicklung hat nach Gebauer [Geba00] keine der bisherigen Aktivitäten eine kooperative und anforderungsorientierte Produktentwicklung zum Ziel. Eine Studie der IBM-Consulting Group kommt sogar zu dem negativen Ergebnis, „Die Verteilung von Konstruktionsaufgaben über räumlich verteilte Produktentwicklungsteams wird nicht beherrscht und sollte möglichst vermieden werden“ [vgl. ebenfalls Geba00]. Da die Planung baulicher Unikate als kooperativer interdisziplinärer Prozess zu verstehen ist, der durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit und durch einen hohen Bedarf an unterschiedlichen fachlichen Kompetenzen gekennzeichnet ist, sind zudem auch existierende Ansätze zur Unternehmensmodellierung [vgl. SpMJ93, Mild97, Schm98] nur sehr begrenzt übertragbar. Die in der Praxis angewandte „Integrale Planung“ bleibt zumeist - unter Beibehaltung traditioneller Rollenbilder und Ansätze zur Projektsteuerung - auf die Berücksichtigung einzelner Schlagworte, wie „lebenszyklusbezogen“ oder „anforderungsorientiert“ beschränkt [vgl. SiBW02] oder reduziert die Anwendung dieser Methodik alleine auf den planungsbegleitenden Einsatz von Simulations- und Optimierungswerkzeugen [ENSAN03]. Eine Ursache mag darin liegen, dass sehr viele Planer nicht über entsprechendes methodisches Wissen zur Umsetzung eines ganzheitlichen Vorgehens verfügen [BoSc00].

1.1.1 Einordnung in den Institutskontext

Im folgenden Abschnitt wird kurz erläutert, in welchem thematischen Kontext die hier vorliegende Arbeit entstanden ist.

In der Gruppe „Integrale Planungssysteme“ des Instituts für Industrielle Bauproduktion (ifib) wurden bisher verschiedene Modelle und Werkzeuge zur Unterstützung von integrierten Kooperationen entwickelt. Diese hatten ihren Fokus zunächst auf einer Unterstützung der horizontalen Integration durch Verbesserung der projektinternen Kommunikation und Diskussion mittels der Bereitstellung einer entsprechenden Kommunikationsplattform (BMBF-Projekt Intesol [INTE00]) zur teamorientierten Planung sowie von Werkzeugen zum teamorientierten Informationsmanagement (Forschungsschwerpunkt Informationslogistik II [Info00]).

Im Rahmen verschiedener Praxisprojekte konnten, wie in der folgenden Abbildung skizziert, die erarbeiteten Konzepte und Prototypen in realen Bauprojekten validiert werden. Im BMBF-TK3-Anwendungsprojekt „GIT Siegen“ [Zent04] konnten die entwickelten Konzepte und der entwickelte Software-Prototyp - eine internetbasierte „Planungsplattform“ - im Rahmen eines Neubauprojektes erprobt werden. Es folgten weiterführende Anwendungen und Anpassungen der

Planungsplattform auf weitere Projekte: Im Rahmen des Projektes TK3 BTB wurde die TK3-Plattform um einen Bereich der Bauausführung erweitert und ein sogenanntes „digitales Bautagebuch“ entwickelt. Inhalt des Projektes „Intesol+“ war die Unterstützung der Betriebsphase mit den in Intesol entwickelten Konzepten, wobei gewisse Anpassungen und Erweiterung an der TK3-Plattform für die Sanierung von Altenheimen vorgenommen wurden. Auch im Rahmen des DBU-Projektes „Kindernachsorgeeinrichtung Graal-Müritz“ [WaBo99] wurde eine Kommunikationsplattform eingesetzt, die, aufbauend auf den Intesol-Konzepten, weiterführende informationslogistische Werkzeuge bereitstellte.

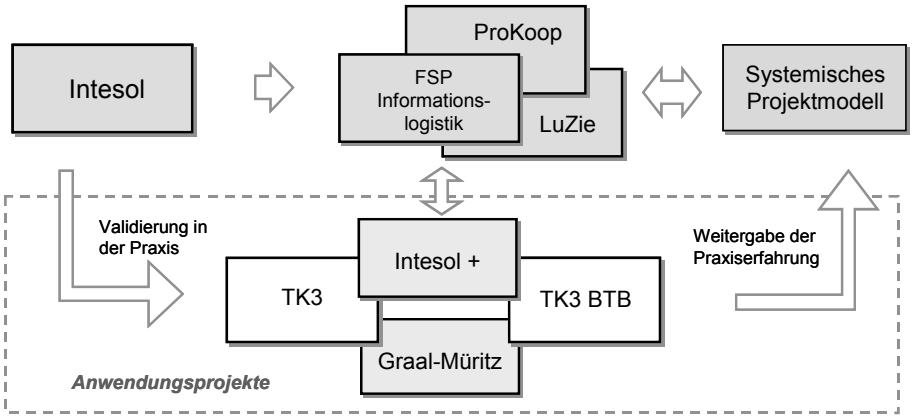


Abbildung 1.1-1: Erfahrungen aus bisher bearbeiteten Projekten

Anhand dieser Anwendungsprojekte konnten Erfahrungen bezüglich der Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit der erarbeiteten Ansätze gewonnen werden. Hierbei wurden gewisse Defizite der erarbeiteten Modelle und die Notwendigkeit der Betrachtung weiterführender Planungsaspekte deutlich [BoSc00]. Diese Erkenntnisse hinsichtlich einer effizienten Unterstützung „integraler“ Kooperationen sollen als Anforderungen an die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Konzepte einfließen (vgl. Abschnitt 3.2).

Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen entwickelte die Autorin parallel zu diesen, eher technologieorientierten Ansätzen und deren Validierung weiterführende Konzepte zur Unterstützung von Kooperationen, welche ihren Schwerpunkt auf die Untersuchung einzelner Planungsaspekte, wie die Modellierung verteilter Planungsprozesse (Forschungsschwerpunkt Informationslogistik III [Both03a] sowie DFG-Projekt ProKoop [BoSG02]) und die Entwicklung von Konzepten zur Zielplanung (BMBF-Projekt LuZie BoZe03]) legten. Die im Rahmen der hier vorgelegten Arbeit entwickelten Inhalte knüpfen an diese von der Autorin erarbeiteten Forschungsinhalte an, indem aufbauend auf den Erfahrungen der vorhergehenden Projekte ein integriertes Gesamtsystem entwickelt wird, das – wie im weiteren beschrieben – die relevanten Aspekte der Projektplanung und Durchführung herausarbeitet und unter Beachtung der bestehenden Wechselwirkungen zu einem Gesamtsystem vernetzt.

1.2 Zielsetzung

Bei steigender Komplexität des Problemfeldes werden Integration und die Schaffung von Kompatibilität zu einem wichtigen Faktor. Zur Vermeidung einer isolierten Betrachtung von Teilaspekten der Planung soll die Produktplanung als integrierte Gesamtleistung unterstützt werden. Aufbauend auf den Erfahrungen der vorhergehenden Projekte ist das Ziel daher nicht die Entwicklung problemspezifisch optimierter „Insellösungen“ für einzelne Aspekte der Projektplanung wie z.B. ein separates Konzept zum Informationsmanagement oder zur Prozessmodellierung, sondern ein integriertes System, das eine ganzheitliche, aufeinander abgestimmte Unterstützung gewährleistet. Wie die Erfahrungen aus den angeführten Anwendungsprojekten zeigen [Both04a sowie Zent04], ist die Bereitstellung einer Kommunikationsplattform eine wichtige Basis zur Unterstützung räumlich verteilter Zusammenarbeit. Es wurde aber auch deutlich, das eine solche alleinige Unterstützung auf rein technologischer Ebene nicht ausreicht, um die herkömmlichen praktizierten Methoden und Vorgehensweisen hinsichtlich eines ganzheitlichen Planungsansatzes zu verbessern. Den Projektbeteiligten muss eine wesentlich wirksamere methodische Hilfestellung geboten werden, damit sie ihr herkömmliches Vorgehen zugunsten ganzheitlicher Planungs- und Managementmethoden hinterfragen. Die erfolgreiche Etablierung einer integrierten Planung benötigt dabei eine explizite Kooperationsmethodik und Unterstützung der Projektbeteiligten hinsichtlich einer ganzheitlichen Vorgehensweise im Planungsprozess.

Ziel dieser Arbeit ist somit die Entwicklung entsprechender Methoden und assistierender Hilfsmittel, die ein kooperatives, räumlich verteiltes Arbeiten nach einem ganzheitlichen Ansatz unterstützen und dabei den Spezifika domänenübergreifender Unikatentwicklungen im Baubereich Rechnung tragen. Unter Berücksichtigung der Komplexität und des hohen Grades an Dynamik bei Bauprojekten sollen die zum Teil schwer formalisierbaren kreativen Planungs- und Managementprozesse hierzu im Sinne eines integralen Ansatzes vernetzt und unterstützt werden.

Übergeordnetes Ziel ist eine Verbesserung der Planungsqualität. Ansatzpunkte sind hierbei zum einen die Entwicklung von Methoden zur Erhöhung der Projekt- bzw. Prozessqualität und zur Steigerung der Planungseffizienz. Zum anderen geht es im Sinne einer zielorientierten Planung um eine Verbesserung der Qualität des Produktes bzw. Planungsgegenstandes selbst über seinen gesamten Lebenszyklus. Eine solche zielorientierte Planung stellt einen sehr komplexen Prozess dar, der eine frühzeitige Einbindung möglichst umfangreichen Wissens aller beteiligten Personen in den Planungs- und auch Managementprozess erfordert. Zur Bewerkstelligung einer solchen interdisziplinären Kooperation wird die Entwicklung von Hilfsmitteln notwendig, welche die Projektmitglieder bei der partizipativen Projektdurchführung - als eine Art assistierender „Projektpilot“ - methodisch unterstützt durch den integralen Planungs- und Managementprozess führen. Die Kopplung von Methoden der Objektplanung und des Projektmanagements zu einer ganzheitlichen Kooperationsmethodik stellt dabei eine wesentliches Ziel dar. Um den Lösungsraum nicht einzuschränken und Entwicklungsspielräume zu schaffen, soll

den Projektbeteiligten - auch aus Gründen der Akzeptanz [BoSc00] - dabei möglichst große Freiheit in der Wahl ihrer Methoden geboten werden. So sollen qualitäts- und effizienzsteigernde Maßnahmen in den Teams selbst initiiert werden können, da dort die größte Kompetenz hinsichtlich der fachbezogenen Problemlösung und deren Umsetzung (Problemlösungsstrategie) liegt [vgl. Sche94]. Hierzu ist eine Managementstrategie zu entwickeln, welche eine entsprechende Einbindung, Organisation und Koordination der Projektmitglieder innerhalb dieses partizipativen Prozesses unterstützt.

Hinsichtlich der Sicherung der Produktqualität ist neben der Erarbeitung und Einbindung von Methoden zur Qualitätssicherung die Entwicklung von Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation des Planungsprozesses ein weiteres wichtiges Ziel. Sie sollen es ermöglichen, die inhaltlichen Wechselwirkungen der zum Teil verteilt stattfindenden Problemlösungsprozesse aufzudecken und die einzelnen Teilleistungen in den Gesamtkontext des Projektes entsprechend einzubinden.

Anhand einer prototypischen Umsetzung der entwickelten Methoden und Hilfsmittel in Form eines „assistierendes Systems“ soll die Realisierbarkeit der erarbeiteten Konzepte aufgezeigt werden. Dieser Prototyp dient dabei der Verwaltung der projektspezifisch zu entwickelnden Instanzen des Projektmodells und ihrer Verknüpfungen. Zudem soll durch die Bereitstellung entsprechender Mechanismen und assistierendender Werkzeuge, die auf den entwickelten Konzepten aufbauen, die Möglichkeiten und Potentiale zur Unterstützung einer auf ganzheitlichen Ansätzen beruhenden kooperativen Planung aufgezeigt werden, die durch eine Kopplung von Methoden und Informationstechnologie entstehen.

1.3 Gliederung der Arbeit

Zum besseren Verständnis der im Rahmen dieser Dissertation erarbeiteten Konzepte und Methoden werden im folgenden Kapitel zunächst die relevanten thematischen Grundlagen und der derzeitige Stand der Forschung im Bereich der kooperativen Planung erläutert und bewertet.

Es folgt eine Beschreibung des gewählten Lösungsansatzes, der durch die Formulierung weiterführender Anforderungen weiter präzisiert werden kann. Hierauf aufbauend erfolgt die Einführung in die erarbeiteten Konzepte und Methoden des Projektmodells: Nach einer **systemtechnischen Herleitung** des Gesamtmodells wird das Modell sodann in seinem Gesamtzusammenhang kurz erläutert. Dabei wird der **Aufbau des Projektmodells** aus verschiedenen vernetzten Teilmodellen dargelegt. Zur Beschreibung des Projektaufbaus wird neben der Spezifikation des Systeminhaltes auch auf die Beziehungen und das Zusammenwirken der genannten Elemente anhand einer **integrierenden Gesamtstruktur** eingegangen. Die Beschreibung des Datenschemas des Gesamtmodells fasst die zuvor erläuterten Zusammenhänge und Wechselwirkungen zusammen. Nach diesem ersten Überblick über das Projektmodell wird ein Vorgehensmodell zur Projektdurchführung vorgestellt, welches die kooperative Durchführung eines Projektes anhand des Projektmodells beschreibt.

Weiterer zentraler Ansatz dieser Arbeit ist die Integration und Vernetzung der verschiedenen projektrelevanten Aspekte bzw. Bereiche. Nach der einführenden Erläuterung des Gesamtmodells werden daher ergänzende Konzepte zur thematischen Strukturbildung und inhaltlichen Synchronisation vorgestellt, die das Aufdecken und Handhaben inhaltlicher Wechselwirkungen ermöglichen.

Es folgt die detaillierte Darstellung der einzelnen Teilmodelle mit ihren Elementen, Strukturen und Methoden zur Planung und Handhabung im Kooperationskontext. Die Reihenfolge der Beschreibung der Teilmodelle nimmt auf das zuvor beschriebene Vorgehen bei der Projektplanung Bezug: Das **Ziel- und Aufgabensystem** stellt die Grundlage der Projektplanung dar. Es ermöglicht die Bildung der **Projektorganisation** anhand aufgabenbezogener Teams und stellt mit der Überführung der Aufgabenstellungen in ablauflogisch vernetzte Prozesse die Grundlage zur **Prozessmodllierung** dar. Zur Unterstützung der zumeist informationsveraerbeitenden Prozesse wird abschliessend ein **Informationsflussmodell** vorgestellt.

Im Anschluss wird ein **planungsmethodisches Vorgehensmodell** für die Objektplanung beschrieben, welches als eine Art „Instanzierungsvorschlag“ oder „Vorgehensschablone“ für das übergeordnete Planungsvorgehen dient und als assistierender Vorgehensrahmen bei der projektspezifischen Erarbeitung der Planungstätigkeiten und Prozesse genutzt werden kann.

Aufbauend auf dieser Modellbeschreibung wird die Umsetzbarkeit des Modells anhand eines auf den erläuterten Konzepten basierenden **Softwareprototypen** aufgezeigt. Dabei wird zunächst das Konzept zur prototypischen Umsetzung des Modells vorgestellt, das bezugnehmend auf die verschiedenen Teilmodelle einen modularen Aufbau des Prototypen vorsieht. Es folgt die Vorstellung des entwickelten Software-Prototypen mit Darstellungen der Benutzeroberfläche sowie eine Erläuterung der Systemarchitektur. Abschließend werden die Inhalte der Arbeit zusammengefasst und reflektiert sowie ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und weiterführende Forschungsthemen gegeben.

2 Grundlagen

Die Planung von Projekten zur Lösung komplexer Probleme erfordert, wie **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt, die Kenntnis eines breiten Spektrums an Grundlagenwissen aus unterschiedlichen Themengebieten. Das folgende Kapitel bereitet diese Grundlagen entsprechend auf und zeigt zudem die zwischen den verschiedenen Bereichen existierenden Wechselwirkungen. Neben der Erläuterung der jeweiligen thematischen Grundlagen wird zudem der Stand der Kenntnisse in der Forschung und Praxis aufgezeigt, welcher der Konzeption des systemischen Projektmodells zugrunde gelegt wurde. Untersucht werden folgende Themengebiete:

- Projektmanagement und Projektplanung
- Systemtechnik
- Produktmodelle
- Planungsmethodik und Vorgehensmodelle
- Computerunterstützte Gruppenarbeit (CSCW) und Groupware

Die folgende Abbildung zeigt die untersuchten Themengebiete und ihr Ineinanderwirken.

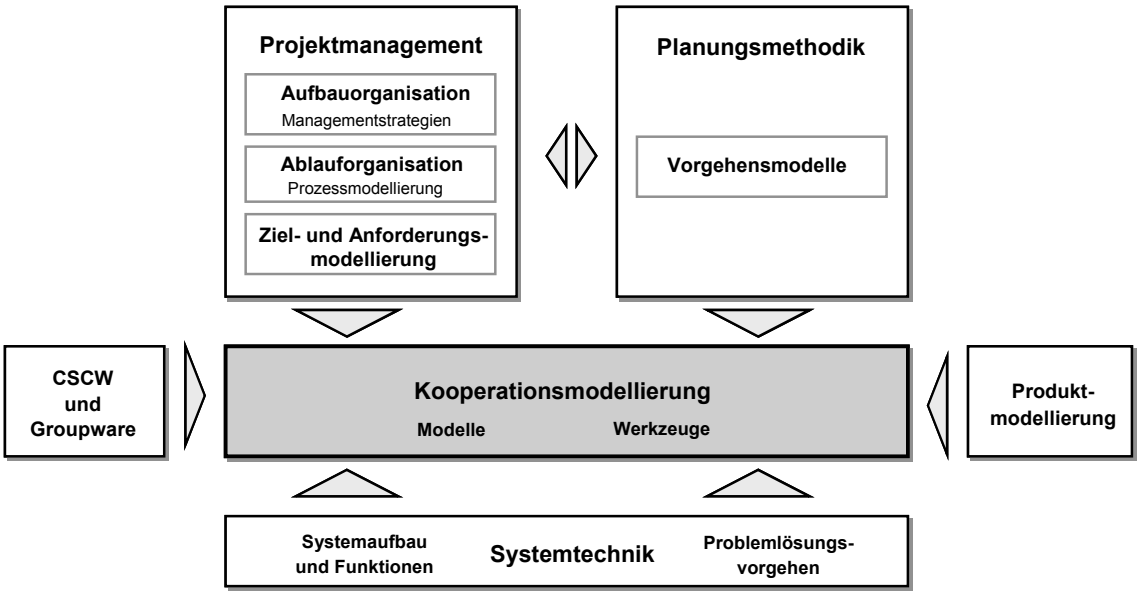


Abbildung 1.3-1: Grundlagen zur Erarbeitung des Projektmodells

Aufgrund des breiten thematischen Spektrums kann aus Gründen des Umfanges nur in einer gewissen Tiefe auf die verschiedenen Themengebiete eingegangen werden. Im folgenden Kapitel soll daher eine kurze Einführung in die übergeordneten Themengebiete und deren Begriffswelt gegeben werden. Auf die zur Erarbeitung der einzelnen Teilmodelle relevanten speziel-

len Grundlagen, welche unter anderem Teilthemen der genannten Überpunkte darstellen, wird aus Gründen der Übersichtlichkeit und des inhaltlichen Zusammenhangs zu Beginn der jeweiligen Teilmodell-Kapitel in der benötigten Tiefe eingegangen.

2.1 Projektmanagement und Projektplanung

Planungaufgaben können in sehr unterschiedlichen Kontexten stattfinden. Generell können nach Aggtelekky und Banja [AgBa92] zwei Arten von Planungsaufgaben unterschieden werden:

- Routinemäßige, immer wiederkehrende Aufgaben bei der Nutzung und dem Betreiben von Systemen bzw. Objekten.
- Einmalige, größere und komplexe Problemstellungen, die ein bestimmtes Planungsvorgehen und besondere Fachkenntnisse erfordern. Hierzu gehört die Erstellung und Umgestaltung von Systemen bzw. Produkten. Die Lösungen solcher Problemstellungen liegen außerhalb des Leistungsumfangs und der Kompetenz des Unternehmenspersonals und erfolgen durch die Bildung von Projekten.

Da die Projektbildung somit eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung komplexer Produkte darstellt, erfolgt im folgenden Abschnitt eine kurze Einführung in die Begriffswelt des Projekes und des Projektmanagements.

2.1.1 Projekte

Der Begriff des Projektes wird in der Literatur auf sehr unterschiedliche Weise definiert [vgl. Litk95 sowie Sayn97]. Die DIN 69901 „Projektmanagement“ [DIN 69901] erläutert die Grundbegriffe des Projektmanagements und definiert ein Projekt als „ein Vorhaben, das im wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, z.B.

- spezifische Zielvorgaben,
- zeitliche, finanzielle, personelle und sonstige Begrenzungen,
- Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben,
- projektspezische Organisation“

Projekte sind zudem durch eine gewisse Komplexität und Größe gekennzeichnet. Aggtelekky und Banja [AgBa92] beschreiben Projekte daher als „zeitlich begrenzte Vorhaben, die durch ihre Größe, Komplexität, Bedeutung und Einmaligkeit im Rahmen der routinemäßigen Planungs- und Führungsaufgaben des Managements nicht zufriedenstellend gelöst werden können.“ Es ist Aufgabe der **Projektplanung**, für solche Problemstellungen optimale Lösungen zu finden und geeignete Vorgehen anzubieten. Das **Projektmanagement** beinhaltet die Planung, Steuerung und Kontrolle der Projektaktivitäten im Hinblick auf die gesetzten Ziele [vgl. Agba92

sowie Litk95]. Die **Projektstruktur** wird in der zitierten DIN 69901 als „Gesamtheit der wesentlichen Beziehungen zwischen den Elementen eines Projektes“ beschrieben, wobei unterschieden wird zwischen:

- **Aufbaustruktur** zur Abbildung der Organisationsstruktur des Projektes
- **Ablaufstruktur** zur Termin- und Prozesskoordination

Der in der Praxis eingesetzte **Projektstrukturplan** (PSP) beinhaltet allerdings lediglich die hierarchisch strukturierte Aufstellung aller Arbeitspakete der Projektabwicklung [SRSS94]. Zweck des Strukturplanes ist es, eine vollständige Übersicht über alle für das Projekt notwendigen Aufgaben zu erlangen. Reschke [Resc89] spricht in diesem Zusammenhang von einer „Projektcheckliste aller im Rahmen des Projektes zu erledigenden Punkte“, die aus Gründen der Übersichtlichkeit in den meisten Fällen grafisch als hierarchischer Baum dargestellt wird. Begrifflich spricht man von **Teilaufgaben** eines Projektes, wenn man sich in einer beliebigen Gliederungsebene des PSP befindet und von **Arbeitspaketen** (vgl. DIN 69901) für Teilaufgaben, die im Rahmen des PSP nicht weiter unterteilt werden. Sie stellen in sich geschlossene Aufgabenpakete dar und werden als solche an eine organisatorische Einheit des Projektes vergeben. Der **Ablaufplan** wird aus der Projektstruktur abgeleitet, indem die auf der untersten Ebene der Projektstruktur definierten Arbeitspakete in Tätigkeiten mit ablauflogischen Abhängigkeiten überführt werden. Der **Terminplan**, der auf der Ablaufplanung basiert, ist die Grundlage für das Zusammenspiel aller Projektbeteiligten. Er legt Anfangs- und Endtermine sowie die damit zusammenhängende Zeitdauer für die Bearbeitung von Phasen oder von Arbeitspaketen fest. In Kapitel 4.5.1 wird auf das Thema der Ablaufplanung, den dieser Thematik zugrundeliegenden Grundlagen sowie auf den derzeitigen Stand der Dinge eingegangen.

2.1.2 Projektmanagement

Das Projektmanagement soll sicherstellen, dass die vereinbarten Projektziele im Rahmen der vorhandenen personellen, technischen, terminlichen und finanziellen Randbedingungen erreicht werden [Litke95]. Das im Zentrum stehende Ziel umfasst dabei – bezugnehmend zu den in der folgenden Abbildung dargestellten drei „Grundgrößen des Projektmanagements“ Qualität, Kosten und Zeit – sowohl Aussagen zu der zu erreichenden Qualität und Leistung des Planungsgegen-standes (Produktqualität) wie auch zu den projektbezogenen Zielkomponenten, wie Termine, Kosten etc. (Prozessqualität).

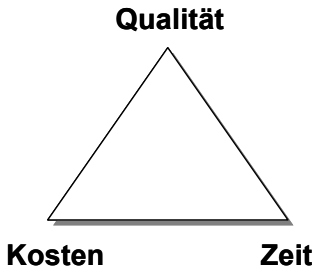


Abbildung 2.1-1: Grundgrößen des Managements

Der Begriff des Projektmanagements (PM) wird in der Literatur nach Staehle [Stae85] sowohl im funktionalen Sinn (Managementaufgaben) wie auch organisatorischen Sinn (Beschreibung der Personengruppen, die PM-Aufgaben wahrnehmen) verwendet. Auch nach Rinza [Rinz85] geht das Projektmanagement von zwei Konzepten aus:

- Das Leistungskonzept definiert die zur Projektdurchführung notwendigen Aufgaben und stellt die hierzu notwendigen Methoden bereit.
- Das Konzept für die Institutionen, welche die Aufgaben ausführen, sowie für die erforderliche Organisationsform, durch welche die beteiligten Institutionen in das Projekt eingegliedert werden.

Die DIN 69901 [DIN 69901] definiert Projektmanagement als „die Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -hilfsmitteln für die Abwicklung eines Projekts“. Führung kann dabei nach Frese [Fres71] als „Steuerung der verschiedenen Einzelaktivitäten in einer Organisation in Hinblick auf das übergeordnete Gesamtziel“ verstanden werden. Deutlicher werden die Inhalte des Projektmanagements, wenn man die konkreten funktionalen Merkmale herausarbeitet [vgl. Sche94 sowie Stae85]:

- Ein Projekt kann als ein soziotechnisches System (vgl. Abschnitt 2.2.2) betrachtet werden, das bestimmte Ziele verfolgt.
- Hierzu muss die Struktur des Projektsystems planvoll entwickelt werden, zum anderen muss der Ablauf der Arbeits-, Kommunikations- und Entscheidungsprozesse sowohl innerhalb des Systems als auch über Systemgrenzen hinaus organisatorisch gestaltet werden.
- Um die formulierten Ziele zu erreichen, werden Ressourcen (personelle, finanzielle und materielle) benötigt, die beschafft, kombiniert, koordiniert und genutzt werden müssen.
- Die Organisation als soziotechnisches System bietet den Rahmen innerhalb dessen das Management (als Institution) seine Aufgaben (Management als Funktion) durchführen kann.

Um den spezifischen Anforderungen verschiedener domänenbezogener Kontexte gerecht zu werden, wurden unterschiedliche branchenbezogene Managementlehren erarbeitet. Für den Baubereich entwickelten z.B. Brandenberger und Ruosch [BrRu91] eine spezielle Bauprojekt-Managementlehre. Bei Anwendung der Managementansätze im Bereich der Ingenieurswissenschaften kommt es zu engen konzeptionellen Verzahnungen. Der starke Bezug zu den Ingenieurdisziplinen wird besonders deutlich bei der Einbindung von Ansätzen zum Konfigurationsmanagement, das sicherstellen soll, dass „durch einen systematischen Prozess der Dokumentenerstellung in der fachlich-inhaltlichen Planung Umvollständigkeiten oder Fehler reduziert werden“ [Sayn84]. Sayn beschreibt hierzu das Konfigurationsmanagement als einen Ansatz zur Systematisierung des Konstruktionsprozesses. Einen besonders engen Bezug zur Projektmanagementlehre weist nach Schelle [Sche94] - wie auch schon die Betrachtung von Projekten als komplexe soziotechnische Systeme [Sayn97] zeigt - die allgemeine Systemtheorie und die Systemtechnik auf. Von der Anwendung der Ansätze aus der Systemtheorie auf das Projektmanagement verspricht man sich eine Integration der verschiedenen managementrelevanten Aspek-

te. (In Abschnitt 2.2 wird auf die Grundlagen der Systemtechnik und ihren Einsatz im Bereich des Projektmanagements weiterführend eingegangen.) Auch Aspekte der Organisationspsychologie und Soziologie fließen in die Entwicklungen mit hinein. Eine Beachtung des sogenannten „human factor“ [vgl. Sche94] soll eine rein „technokratische“ Betrachtung der Zusammenhänge verhindern [HeKr90].

Zusammenfassend liegen dem klassischen Projektmanagement nach Schelle [Sche94] folgende Thesen zugrunde:

- Ein organisierter Projektablauf fördert die Erfüllung der Projektziele wesentlich mehr als ein unorganisierter.
- Eine Erhöhung des Organisationsgrades eines Projektes führt zu einer höheren Termin- und Kostentreue sowie zu einer besseren Erfüllung der Leistungsziele.

Viele Aspekte im Projektmanagement, wie die Netzplantechnik und das Konfigurationsmanagement, lassen sich insofern als Versuch der Steigerung des Organisationsgrades von Projekten interpretieren.

2.1.3 Stand der Dinge und Trends im Projektmanagement

Die Grundgedanken des modernen Projektmanagements sind nach Madauss [Mada90] auf die großen Vorhaben der USA während des zweiten Weltkrieges zurückzuführen. Die Konzepte waren dabei hauptsächlich an der Luft- und Raumfahrtindustrie orientiert. In Deutschland blieben die Konzepte des Projektmanagements nach Schelle [Sche94] lange Zeit auf die reine Anwendung der Netzplantechnik beschränkt. Die betriebswirtschaftliche Forschung (soweit man Projektmanagement als Teildisziplin der Betriebswirtschaft betrachtet) blieb zudem nach Backhaus [Back90] auf Probleme der unternehmensbezogenen Massengüterfertigung beschränkt. Die „Leistungserstellung mit Projektcharakter“ spielte so lange Zeit eine untergeordnete Rolle.

Seit den neunziger Jahren wird man sich zunehmend der Bedeutung des Projektmanagements bewusst, wobei allerdings ein Paradigmenwechsel hin zu kybernetischen und integrierten Ansätzen stattfindet, mit denen man hofft, die hohe Komplexität der Projekte als soziotechnische Systeme besser Handhaben zu können. Von den Vertretern des „Neuen Denkens“ im Projektmanagement [vgl. Sche94] wird vor allem die „Planlastigkeit des Handelns“ sowie ein „mechanistisches Denken“ des klassischen Projektmanagements kritisiert [Balc90]. Statt dessen wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, welcher die Selbstorganisation im Projekt sowie die Interdisziplinarität betont. Probst [PrGo91] spricht in diesem Zusammenhang von einem „integrierenden, zusammenführenden Denken, das auf einem breiten Horizont beruht, von größeren Zusammenhängen ausgeht, viele Einflussfaktoren berücksichtigt und das weniger isolierend und zerlegend ist als die übliche Vorgehensweise“. Diese vernetzten Ansätze versuchen, die Beziehungen, welche zwischen dem System „Projekt“ und seiner Umgebung bzw. der Umwelt bestehen, zu analysieren und die isolierte Betrachtung des Projektes zu überwinden. Auch in Hinblick auf eine nachhaltige Planung [Kohl98] erscheint ein solcher Ansatz notwendig, um Pla-

nungsaktivitäten in Hinblick auf ihre Auswirkungen im weiteren Lebenszyklus des zu planenden Objektes bewerten zu können.

Aufbauend auf diesen neuen Ansätzen sind eine Fülle von neuen Konzepten und Begriffen entstanden, wie die „Lean Production“, das „Simultanieous Engineering“, „Quality Function Deployment“ (QFD) oder das „Totaly Quality Management“ (TQM), die sich unter dem Leitgedanken der „Integration“ einordnen lassen [Hans92]. Der Arbeitskreis „Integrationsmanagement im Produktentstehungsprozess“ der Schmalenbach-Gesellschaft [HaKe92] fasst die genannten neuen Konzepte unter dem Begriff des **Integrationsmanagements** zusammen und identifiziert die vorhandenen Integrationsaspekte bzw. -bedürfnisse bezüglich des Projektmanagements bei der Produktplanung und -entstehung, wie die Integration der betrieblichen Funktionsbereiche, phasenübergreifende Integration, geschäftsfeldübergreifende Integration, die unternehmensübergreifende Integration, Kundenintegration sowie die Integration in die relevante Projektumwelt. Dieser Integrationsgedanke wird durch das „House of Integration“ [ReCo92] weiter konkretisiert, indem verschiedenen Klassen von Integrationswerkzeugen bzw. Gestaltungsansätzen beschrieben werden. In der folgenden Grafik werden in Anlehnung an Corsten und Reis [ReCo92] die relevanten Konzepte den genannten Integrationsinstrumenten zugeordnet.

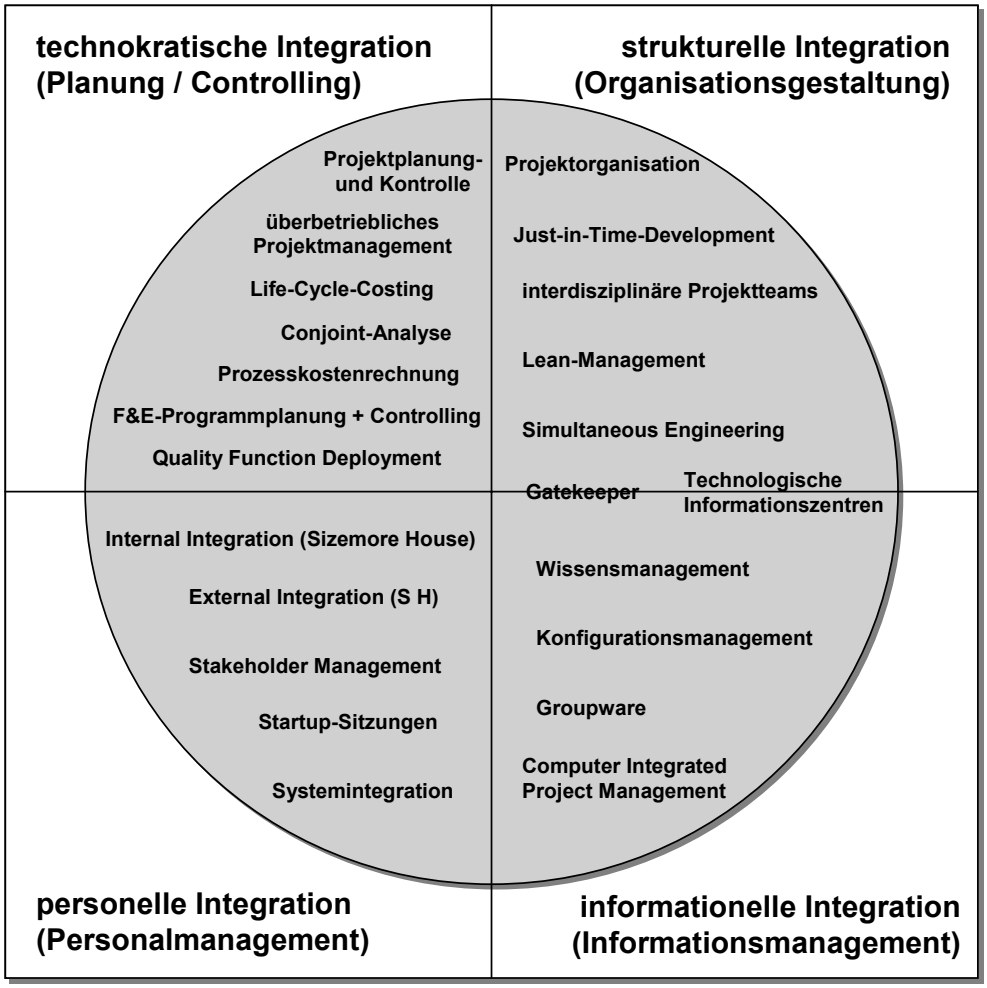


Abbildung 2.1-2: Spektrum der Integrationsansätze nach [ReCo92]

- Instrumente der technokratischen Integration (Planung/ Controlling), wie z.B. das Life-Cycle-Costing
- Instrumente der strukturellen Integration (Organisationsgestaltung), wie z.B. die Einrichtung interdisziplinärer Projektteams
- Instrumente der personellen Intergration (Personalmanagement)
- Instrumente der informationellen Integration (Informationsmanagement)

2.2 Systemtechnik

Wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, baut ein wachsender Teil der Ansätze im Projektmanagement auf den Ideen der Systemtechnik auf, wodurch es zu einer engen Vernetzung von angewandter Systemtheorie mit der Entstehung und Entwicklung des Projektmanagements kommt [vgl. Sayn97]. Im folgenden Kapitel werden daher die Grundlagen und Begriffe der Systemtechnik kurz erläutert.

Ziel der Systemtechnik ist es, eine Methodik bereitzustellen, mittels der eine Handhabung hoher Komplexität ermöglicht wird und eine Bewältigung der in diesem Zusammenhang auftretenden schwer erfassbaren Vernetzungen einschließlich deren Dynamik und Unbestimmtheit [vgl. Patz94]. Der Begriff „Systemtechnik“ wurde bereits in den fünfziger Jahren als Bezeichnung einer neuen Art der Ingenieurarbeit geprägt [Ropo75]. Die theoretischen Grundlagen der Systemtechnik sind zum Teil in der Kybernetik zu finden, welche sich bereits in den vierziger Jahren mit der Steuerung und Regelung von Systemen und der dabei stattfindenden Kommunikation beschäftigt hat [Wien48]. Die systemische Denkweise beinhaltet eine Abkehr von nicht mehr zeitgemäßen Ansätzen, wie Reduktionismus und Mechanismus hin zu Expansionismus und Integration und Evolutionismus [vgl. Patz94]:

Der **Reduktionismus** als Denkprinzip beruht auf dem Grundgedanken, aus dem Verständnis isoliert zerlegter Komponenten auf das System als Ganzes und dessen Funktionsweise schließen zu können. Gerade bei der Betrachtung soziotechnischer Systeme wird allerdings deutlich, dass die Eigenschaften eines Systems als Ganzes (holistische Eigenschaften) sich nur aus den Wechselwirkungen der in ihm enthaltenen Komponenten sowie mit der Umwelt erklären lassen. Die im System befindlichen Komponenten besitzen so zwar Eigenschaften, welche das Systemverhalten beeinflussen, dieses aber nicht erschöpfend erklären. Der **Expansionismus** besagt daher, dass ein Betrachtungsobjekt nicht isoliert als solches gesehen werden darf, sondern als ein Teil eines nächsthöheren Ganzen.

Der **Mechanismus** basiert auf der Erklärung von Phänomenen ausschließlich durch die Analyse von Ursache-Wirkungs-Relationen. Die Folge eines solchen Ansatzes ist allerdings ein monokausales, deterministisches, statisches Denken ohne Berücksichtigung von Rückkopplungen und Wechselwirkungen. Der **Evolutionismus** ergänzt dieses lineare Ursache-Wirkungsprinzip um folgende Punkte:

- Wechselwirkungen, kybernetischer Ansatz
- Dynamik (Prozess-Ansatz, Einbeziehung der „Vorursachen“ und Nachwirkungen)
- Ansatz der Selbstreferenz und Selbstorganisation
- Polykausalität (mehrdimensionaler Ansatz)
- Zufallsvariabilität (stochastischer Ansatz)

Somit kann statt der bloßen Wirkung eine Zweck-Orientiertheit beschrieben werden: Ein System wird dann als zweckvoll betrachtet, wenn es zu den Erhaltungsbedingungen und zur Weiterentwicklung des übergeordneten Systems beiträgt. Die Systemtechnik kann so als „Methodologie des zweckrationalen Handelns“ bezeichnet werden [Patz94]. Dies bedeutet die zielorientierte Anwendung wissenschaftlich begründeter Methoden und Vorgehensweisen auf komplexe Sachverhalte im Sinne einer rationalen Planung, wobei allerdings auch der Stellenwert des Menschen als sozialer Faktor Einfluß findet. Der Systemansatz ermöglicht dabei ein „formal-abstraktes, objektunabhängiges, umfassendes Behandeln beliebiger Problemsachverhalte“ [Patz88].

2.2.1 Das Modell der Systembeschreibung

Bei der Systemvorstellung handelt es sich um ein Modell, das von menschlichem Denken konstruiert wird und auf verschiedene Gegenstände oder Gegebenheiten angewandt werden kann [vgl. Ropo75]. Hiermit wird bereits der Modellcharakter der Systembildung deutlich. Als System kann demnach ein beliebiger Gegenstand unseren Denkens oder unserer Anschauung bezeichnet werden. Zur Systembildung sind allerdings einige Voraussetzungen notwendig:

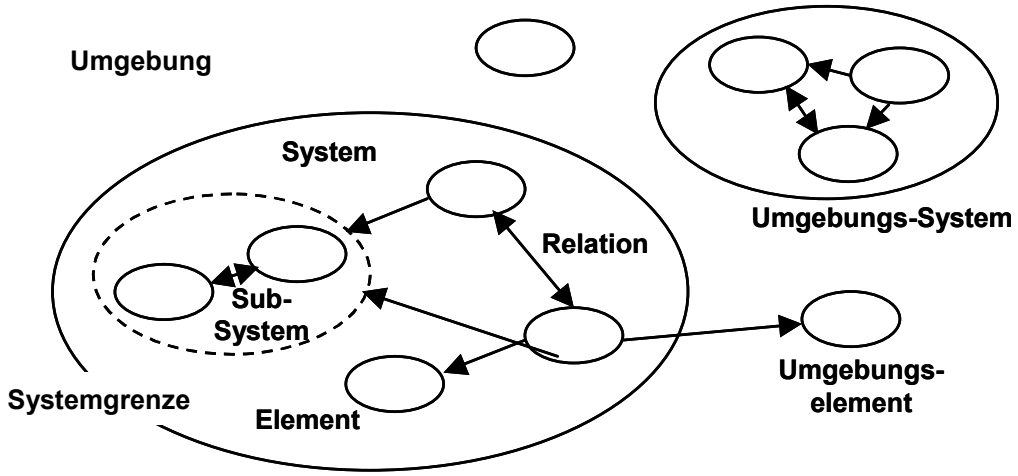


Abbildung 2.2-1: Modell der Systembeschreibung

Zunächst muss dieser Gegenstand gegenüber seiner Umgebung klar abzugrenzen sein, um den **Systeminhalt** spezifizieren zu können und die Schnittstellen zu der relevanten **Systemumgebung** zu klären (vgl. Abbildung 2.2-1). Das Bezugssystem der Bauplanung stellt z.B. der Planungsgegenstand bzw. das Gebäude dar. Als relevante **Umgebungssysteme** können z.B. das Baugrundstück, Nachbargebäude oder die das Grundstück umgebende öffentliche Erschließung betrachtet werden.

Jedes System weist gegenüber seiner Umgebung gewisse Kennzeichen, Merkmale und Eigenschaften auf, die über **Attribute** beschrieben werden. Attribute beschreiben zum einen die Verbindungen zwischen dem System und seiner Umgebung und somit den für die Umgebungssysteme relevanten Input und Output des Systems. Ein Beispiel hierfür ist z.B. der Energie- oder Wasserverbrauch eines Gebäudes. Zum anderen kann die (interne) Verfassung des Systems selbst über sogenannte Zustands-Attribute beschrieben werden. Ein Zustands-Attribut ist z.B. der Kapitalwert eines Gebäudes oder sein Bauzustand. Attribute nehmen bestimmte Werte an, wobei es sich um quantitative Größen aber auch um qualitative Ausprägungen der betreffenden Eigenschaft handeln kann. Systemattribute können verschiedenen Klassen zugeordnet werden, die man auch als **Systemgrößen** bezeichnet: Energie, Materie, Information. Beschreiben diese Attribute den Input oder Output eines Systems, so spricht man auch von Flussgrössen. Setzt man nun zwei oder mehrere Attribute zueinander in Beziehung, indem man einen bestimmten Wert des einen Attributes einem bestimmten Wert des anderen Atributes zuordnet, erhält man eine **Funktion** des Systems. Die Menge der Attribute und die Menge der Funktionen kennzeichnen den „funktionalen Aspekt“ [Ropo75] eines Systems. In Anlehnung an die Kybernetik ermöglicht eine abstrakte Herangehensweise „von außen nach innen“ mit der Betrachtung des Systems als „black-box“ [Daen88] eine Analyse der funktionsbezogenen Wirkungsweise, ohne den konkreten Systemaufbau spezifizieren zu müssen.

Ein weiterer Aspekt der Systembeschreibung ist die **Systemstruktur**: Ein System besteht aus Subsystemen und Elementen. Diese **Elemente**, die sogenannten Grundbausteine des Systems [Züst97], stehen über Relationen in einer definierten Anordnung zueinander. Eine **Relation** liegt vor, wenn ein Zusammenhang zwischen einem Attribut des einen Elements oder Subsystems mit einem Attribut des anderen Elements besteht. Eine Sonderform der Relation ist die Kopplung: Ein Attribut eines Elements ist gleichzeitig Attribut des anderen Elements. Relationen können dabei gerichtet und ungerichtet sein. Die Menge der Relationen bildet die Struktur des Systems. Die Bildung eines Systems durch Herstellung von Relationen wird als **Integration** bezeichnet [ReMa97]. Ein System umfasst nach [Ropo75] somit:

- Eine Menge von Attributen
- Eine Menge von Funktionen, welche die Werte bestimmter Attribute einander zuordnen
- Eine Menge von Subsystemen, die durch Systemgrenzen auf einem bestimmten Rang von der Umgebung geschieden sind
- Eine Menge von Relationen, die zwischen den Subsystemen bestehen und die Struktur des Systems bilden

2.2.2 Arten von Systemen

Aufbauend auf einer Analyse der Systemmerkmale können verschiedene Arten von Systemen beschrieben werden. Die folgende Abbildung zeigt die sogenannte **morphologische Systematik** mit verschiedenen merkmalsabhängigen Systemarten [Patz94]:

Merkmale	**Merkmalsausprägung**	
Seinsbereich	konkret	abstrakt
Entstehungsart	natürlich	künstlich
Verhältnis zur Umgebung	abgeschlossen	offen
Zeitabhängigkeit (Funktion)	statisch	dynamisch
Zeitverteilung Attributwerte	kontinuierlich	diskret
Funktionstyp	linear	nicht linear
Grad der Bestimmtheit	deterministisch	stochastisch
Zeitabhängigkeit (Struktur)	starr	flexibel
Anzahl der Subsysteme	einfach	kompliziert
Anzahl der Relationen	einfach	komplex
...		

Abbildung 2.2-2: Merkmalsbezogene Systemarten nach [Patz94]

- Als **konkret** kann ein System bezeichnet werden, wenn es als real fassbarer Gegenstand dinglich in der Welt vorkommt. **Abstrakte** Systeme sind dagegen Produkte menschlichen Denkens.
- **Natürliche** Systeme sind ohne Zutun des Menschen entstanden, wo hingegen **künstliche** Systeme durch gestalterischen Eingriff oder auch theoretische Planung des Menschen entstehen.
- **Offene** Systeme können Beziehungen zur Umwelt aufbauen. Über definierte Eingangs- und Ausgangsgrössen steht das System dabei im Austausch mit der Umgebung. **Abgeschlossene** Systeme sind zumeist sehr stark idealisiert.
- Bei **statischen** Systemen spielt der Zeitparameter als Attribut keine Rolle. In den meisten Fällen sind jedoch Systeme und deren Umfeld einer zeitlichen Veränderung unterworfen: Elemente, Beziehungen und Eigenschaften können sich im Laufe der Zeit ändern. Das Systemverhalten ist somit **dynamisch**.
- **Komplexe** Systeme sind hinsichtlich ihrer Struktur nicht mehr vollständig beschreibbar.

- In **vernetzten** Systemen können Rückkopplungen auf das System selbst auftreten. Diese Rückkopplungen gehen oft über einfache Ursache-Wirkungszusammenhänge hinaus (s.o), wenn die Wechselbeziehungen zeitlich versetzt auftreten oder eine Änderung im System sich auf mehrere Umgebungssysteme auswirkt, so dass die Zusammenhänge nicht mehr intuitiv zu überblicken sind [Brüc03].

Nach Patzak und Züst [Patz94 und Züst97] sind Projekte soziotechnische Systeme und nach dadurch gekennzeichnet, dass sie offen, dynamisch, vernetzt und komplex sind.

2.2.3 Systems Engineering

Das **System Engineering** (SE) ist eine auf systemtechnischen Denkmodellen und Grundprinzipien beruhende Methodik zur zweckmäßigen und zielgerichteten Gestaltung komplexer Systeme, die Kreativität und Intuition methodisch zu Erreichung der Ziele einsetzt [vgl. Daen88]. Das System Engineering setzt auf dem beschriebenen Systemdenken auf und ergänzt es um ein Vorgehensmodell (siehe Abbildung 2.2-3) zu einer sogenannten SE-Philosophie, die den „geistigen Überbau“ des SE darstellt [Züst97].

Im Zentrum der SE-Methodik steht der sogenannte **Problemlösungsprozess**, der ein Problem als Input unter Anwendung von Methoden und Techniken in eine Lösung als Output überführt. Der Problemlösungsprozess enthält zwei voneinander abgrenzbare Bereiche: Mit Systemgestaltung wird nach [Brüc03] die eigentliche konstruktive Arbeit für das Finden der Lösung bezeichnet. Im Vordergrund steht dabei das zu gestaltende Objekt und dessen Umfeld. Das Projektmanagement beschäftigt sich mit der Frage der Organisation und Koordination des Problemlösungsprozesses [vgl. Züst97].

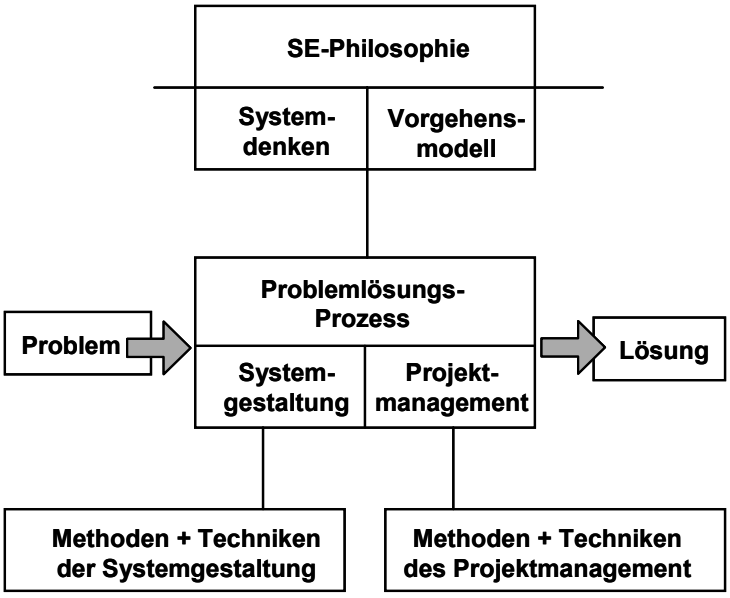


Abbildung 2.2-3: Aufbau des System Engineering

2.2.3.1 Das Systemtechnische Vorgehensmodell

Das Systemverständnis alleine reicht nicht aus, um komplexe Probleme zu lösen. Hier wird die Beschreibung eines Problemlösungsvorgehens notwendig, welches das Planerteam im Problemlösungsprozess anleitet. Dabei hat es sich als sinnvoll erwiesen, den Planungsprozess zu gliedern und sich schrittweise der Lösung zu nähern. Damit soll sichergestellt werden, dass der Überblick gewahrt bleibt und stufenweise alle möglichen Alternativen geprüft und mit einbezogen werden können. Zudem kann so die Systemdynamik besser erfasst werden. Das systemteschnische Vorgehensmodell basiert auf einem Vorgehen „vom Groben zum Detail“ [Züst97], so dass bei der Gestaltung von Lösungen zunächst generelle Ziele sowie ein übergeordneter Lösungsrahmen festgelegt werden können, deren Konkretisierung und Detaillierungsgrad im Verlauf der weiteren Projektarbeit weiter vertieft wird. So kann das Problemfeld zunächst grob analysiert, strukturiert und unter Klärung seiner Schnittstellen in sein Umfeld eingebettet werden, bevor mit detaillierten Erhebungen begonnen wird [vgl. Brüc03]. Das Vorgehensmodell umfasst dabei ein lebenszyklusbezogenes Phasenmodell sowie Problemlösungsmethoden, die innerhalb der Phasen angewandt werden können.

2.2.3.1.1 Problemlösungsmethoden

Als **Methode** bezeichnet man ein Handlungsprogramm, das die einzelnen Schritte bzw. Prozesse zur Lösung mehr als eines realen Problems beschreibt [AgBa92]. Albers [Albe01] spricht hierbei auch domänenneutral von einer Problemlösungsstrategie.

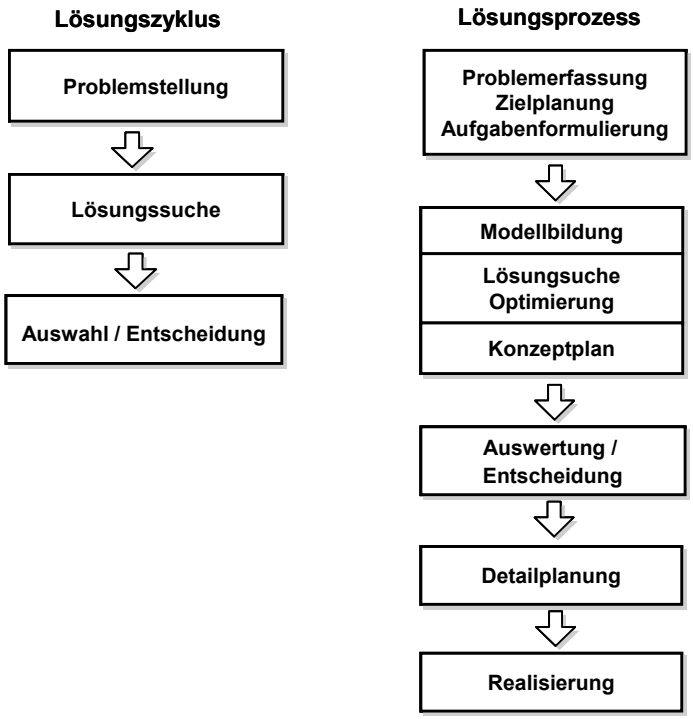


Abbildung 2.2-4: Prinzipien der Problemlösung nach [AgBa92]

Die einfachste Form einer solchen Problemlösungsmethode ist der sogenannte **Lösungszyklus** (siehe Abbildung 2.2-4), welcher aus den sequenziellen Schritten der Problemstellung, der eigentlichen Lösungssuche und der Ergebnisauswahl bzw. Entscheidung besteht. Komplexere Problemstellungen erfordern einen mehrstufigen **Lösungsprozess**, bei dem die Optimierung zunächst auf konzeptioneller Ebene erfolgt und die Detailplanung erst aufbauend auf diesen Konzepten vorgenommen wird. Das Prinzip des Lösungsprozesses und Lösungszykluses kann auf einzelne Planungsschritte, Planungsphasen oder auf gesamte Projekte angewandt werden. Die folgende Abbildung verdeutlich die beiden Prinzipien.

2.2.3.1.2 Allgemeines systemtechnisches Phasenmodell

Das allgemeine Vorgehensmodell der Systemtechnik [vgl. Ropo75 sowie VDI 2221] gliedert den zeitlichen Werdegang eines Systems in sogenannte **Lebenszyklusphasen**.

- Systemvorstudie (strategische Systemplanung)
- Systemplanung und -entwicklung
- Systemerstellung
- Systemeinführung
- Systembetrieb
- Systemwechsel

Zudem enthält es, wie die obige Abbildung zeigt, eine allgemeine Problemlösungsmethode, für die Problemstellungen innerhalb der Lebensphasen, die prinzipiell auf jede Lebenszyklusphase anwendbar ist und aus den Schritten Problemanalyse, Problemformulierung, Systemsynthese, Systemanalyse, Beurteilung und Entscheidung besteht.

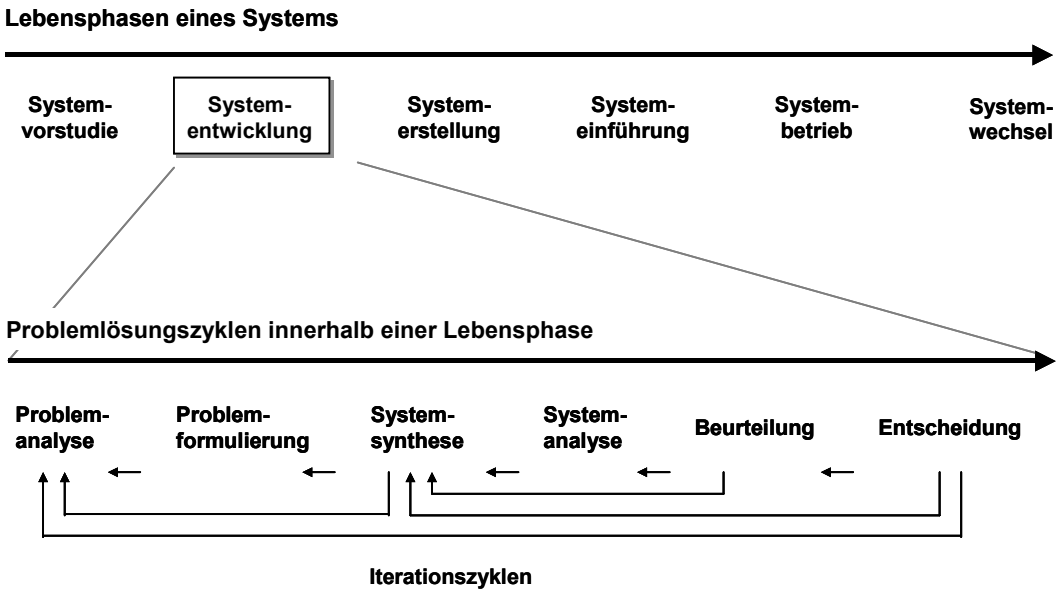


Abbildung 2.2-5: Vorgehensmodell in Anlehnung an Ropohl [Ropo75]

Dieses Vorgehen unterstützt zudem, wie folgende Abbildung zeigt, eine Durchführung entscheidungsorientierter Iterationsschleifen innerhalb der Problemlösungszyklen.Jede dieser Lebensphasen eines Systems wirft spezifische Problemstellungen auf. Daher scheint es sinnvoll, aufbauend auf dem allgemeinen Modell für jede der Produkt-Lebenszyklusphasen, wie Planung, Erstellung oder Betrieb ein den Problemstellungen angepasstes projektbezogenes Vorgehens- bzw. Phasenmodell zu erarbeiten.

2.2.3.2 Anwendung der Systemtechnik auf den Bereich des Projektmanagements

Projektmanagement kann in diesem Kontext als das Management des Problemlösungsprozesse betrachtet werden. Als Argumente für einen Systemansatz im Bereich des Projektmanagements formuliert Patzak [Patz88] folgende Punkte:

- Ganzheitliche Problembetrachtung und dadurch Verringerung des Risikos einer System-Fehlplanung.
- Methodengestützte Bewältigung der Problemkomplexität, indem die Zusammenhänge im System und die Zusammenhänge mit seiner Umwelt berücksichtigt werden.
- Betrachtung von Prozessen wie Zielfindungsprozesse, Organisationsprozesse, Gestaltungsprozesse und Implementierungsprozesse als Bestandteile eines übergeordneten Problemlösungsprozesses.
- Betrachtung des Handlungsträgersystems als komplexes, selbstorganisierendes System und damit Abkehr von einem mechanistischen Ansatz.

2.2.4 Modellbildung

Ein **Modell** dient der Abbildung eines Systems [Stac73]. Ein solches Modell weist dabei eine dem zu modellierenden System identische oder ähnliche Struktur auf. Es repräsentiert ein System dabei von einem bestimmten Standpunkt [Moch93] und stellt damit eine vereinfachte Beschreibung eines Systems dar, wobei nur die für den jeweiligen Betrachtungskontext relevanten Problemaspekte dieses Systems berücksichtigt werden. Nur dadurch kann ein Modell als konsistent betrachtet werden. Zangenmeister [Zang73] definiert folgende Modelltypen:

- Analoge Modelle zur Darstellung der Eigenschaften eines Objektes durch andere ähnliche Eigenschaften.
- Bildhafte Modelle zur Beschreibung der erkennbaren Eigenschaften der Objekte
- Formale Modelle zur Darstellung der Eigenschaften der Objekte durch logische oder mathematische Methoden

Alzoobi [Alzo03] unterscheidet im Kontext der Produktplanung folgende Modelle:

- Ein **Datenmodell** beschreibt die statische Struktur eines Teils der realen Welt, wobei die Systemelemente durch Informationsobjekte repräsentiert werden. Dabei werden Entitäten, ihre Attribute und die Beziehungen zwischen diesen Entitäten dargestellt.
- Ein **Objektmodell** ist eine Darstellung der statischen Struktur von Objekten in einem System. Dabei werden die Entität, die Attribute, die Methoden und die Beziehungen zwischen den Objekten beschrieben [Rumb93]. Ein Objektmodell kann durch ein dynamisches Modell und ein funktionales Modell erweitert werden.
- Ein **Produktmodell** ist in [Suhm93] als „ein Informationsmodellschema, das alle relevanten Informationen über ein Produkt abbilden kann“ beschrieben. In Abschnitt 2.3 wird auf die Thematik der Produktmodellierung noch einmal genauer eingegangen.

Für die Abbildung einer kooperativen Planung bzw. Produktentwicklung ist auch die Modellierung der Planungsprozesse sowie die hierzu notwendigen Organisationsstrukturen notwendig. Hier sind folgende Modellbegriffe in der Literatur zu finden:

- **Prozessmodelle** dienen der Abbildung und Koordination von Prozessen, wobei zu unterscheiden ist zwischen der Modellierung von repetetiven und standardisierten Geschäftsprozessen [WfMC] sowie der Koordination weniger stark formalisierbarer Planungs- und Entwicklungsprozesse der Unikatplanung [GrKl03]. In Abschnitt 2.5.1.1 sowie in Kapitel 1.1 wird auf die Grundlagen zur Prozessmodllierung detailliert eingegangen.
- Unter dem Begriff **Unternehmensmodellierung** wird die Abbildung unternehmensinterner Prozesse und Strukturen verstanden [vgl. Milde97].
- **Kooperationsmodelle** dienen hingegen der Abbildung branchen- bzw. unternehmensübergreifender Zusammenarbeit. Müller [Müll99] entwickelte hierzu ein Kooperationsmodell für virtuelle Unternehmen im Baubereich, bei dem der Schwerpunkt auf organisatorischen Konzepten liegt: Durch Bereitstellung von Mechanismen zum „organisatorischen Rapid Prototyping“ soll eine Erfassung der Kooperationsdynamik erreicht werden (vgl. Abschnitt 2.5.1.1).

Der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Begriff des **Projektmodell**s ist bisher noch nicht entsprechend in der Literatur verankert.

2.2.4.1 Methoden zum konzeptionellen Entwurf von Modell-schemata

Ein Modellschema ist formal zu beschreiben. Dabei können je nach Zweck des Modells sowohl die funktionalen Aspekte wie auch das zugehörige statische Informationsmodell beschrieben werden. Zur Modellierung dieser verschiedenen Aspekte existieren unterschiedliche Methoden.

Zur **funktionalen Systembeschreibung** wurden ausgehend von den Ansätzen der Systemanalyse verschiedene Methoden erarbeitet. Eine der bekanntesten Methoden ist die Aktivitätenbeschreibung der **SADT** (Structured Analysis and Design Method) [Ross85]. Kästchen repräsentieren Aktivitäten und Pfeile die Informationsflüsse zwischen den Aktivitäten. Dynamische zeitbezogene Aspekte können hierbei allerdings nicht modelliert werden. Entsprechende Me-

thoden hierfür basieren auf der Petri-Netz-Theorie [RoWi82 sowie Itte89]. Eine weitere bekannte Methode zur Funktionsmodellierung ist die **OMT** (Object Modelling Technique) nach Rumbaugh [Rumb93]: Zum Entwurf eines funktionalen Modellschemas wird beschrieben, wie Ausgabewerte von Operationen aus den Eingabewerten berechnet bzw. abgeleitet werden. Das Ergebnis der Methode ist ein Datenflussdiagramm, welches Operationen und die dazwischen fließenden Daten spezifiziert.

Neben der Beschreibung der funktionalen Aspekte eines Systems (vgl. Abschnitt 2.2.1) kommt der **Beschreibung des Systemaufbaus** mit der Definition eines Modellschemas zur Erfassung aller relevanten Elemente bzw. Informationsobjekte eine entscheidende Bedeutung zu. Dieses geschieht anhand der oben kurz erläuterten Informations- oder Datenmodelle als statische Modelle. Bekannte Methoden zum Entwurf solcher statischen Modellschemata sind das Entity-Relationship-Modell-Datenmodell (ERM) [Chen 91 sowie Chen92], die NIAM-Datenmodellierungsmethode [VeBe82], Express (ISO 10303-21) und OMT [Rumb93]: Das **ERM** beschreibt den Systemaufbau anhand von Entiäten, deren Merkmale durch Attribute beschrieben werden können, sowie von Entitätsrelationen zur Beschreibung der Systemstruktur. Das in Kapitel 4.1.3.2 beschriebene Datenmodell baut auf dieser Methode auf. Bei **NIAM** werden als Basiskonstrukte ebenfalls Objekte und Beziehungen modelliert, wobei zwischen lexikalischen Objekttypen (den sogenannten LOT's zur Beschreibung der Entitätenklassen) und nichtlexikalischen Objekttypen (NLOT's zur Beschreibung der Attributklassen der Entitäten) unterschieden wird. Auch **OMT** bietet die Möglichkeit zur Abbildung statischer Modelle, wobei neben dem statischen Aspekt zusätzlich objektbezogege Methoden abgebildet werden können.

Für die Dokumentation der Analyse, des Entwurfs und der Implementierung objektorientierter Software wurde **UML** (Unified Modelling Language) entworfen [SeGu00]. Die wichtigste Diagrammart der UML sind die statischen Modelle in Form der Klassen und Instanzendiagramme. Klassendiagramme zeigen eine Menge von Klassen und unterschiedliche Beziehungen zwischen den Klassen. Eine Klasse beschreibt eine Menge von Objekten, die gemeinsames Verhalten und gemeinsame Merkmale aufweisen. Die Klasse steht also für alle ihre Objekte, die als Exemplare, oft auch als Instanzen der Klasse bezeichnet werden. Klassen werden durch ein Rechteck dargestellt. Kommunizieren zwei Klassen miteinander oder treten auf andere Art in Beziehung, so wird dies durch eine Assoziation ausgedrückt und durch eine meist rechtwinklig gezeichnete Linie zwischen zwei Klassen dargestellt.

2.3 Produkt- und Gebäudemodelle

Jede Art der Planung erfordert eine Vorstellung von dem zu entwickelnden konkreten oder abstrakten Gegenstand oder allgemeiner Produkt, das als Ergebnis der Planung herstellbar sein soll [vgl. RaBu02]. Zur planungsbegleitenden Beschreibung dieses zunächst virtuellen Planungsgegenstandes können Produktmodelle genutzt werden.

Ein **Produktmodell** ist in [Suhm93] beschrieben als „ein Informationsmodellschema, das alle relevanten Informationen über ein Produkt abbilden kann“. Das Produktmodell ist so als Ergebnis des Konstruktionsprozesses [vgl. Rude98] zu sehen, dessen spätere materielle Ausprägung das reale Produkt darstellt. Ein **integriertes Produktmodell** beinhaltet nach Polly [Poll96] „die Abbildung aller relevanten Produktmerkmale, die in den einzelnen Lebensphasen entstehen, auf der Basis einer einheitlichen, allgemeinen, lebensphasenübergreifenden und redundanzfreien Grundstruktur“. Die Beschreibung eines solchen integrierten Produktmodells basiert nach Pätzold [Pätz91] auf der Abbildung kohärenter Partialmodelle und der Beschreibung der zugehörigen anwendungsorientierten Semantik der Produktmerkmale in Form von Produktmodelschichten [vgl. ebenfalls Rude98]. Ein Partialmodell definiert nach Pätzold eine “abgeschlossene Menge von Objekttypen sowie deren semantische Zusammenhänge als Teilmenge eines Produktmodells, die eine anwendungsunabhängige Klasse von Produktmerkmalen beschreiben“. Je nach Aspekt der Modellierung existieren nach Alzoobi [Alzo03] verschiedene Modelltypen:

- geometrische Produktmodelle
- featureorientierte Produktmodelle
- strukturorientierte Produktmodelle
- wissensbasierte Produktmodelle
- integrierte Produktmodelle

Integrierte Produktmodelle werden als Ergebnis der Integration von geometrischen, featureorientierten, strukturorientierten und wissensbasierten Produktmodellen betrachtet. Features sind geometrieorientierte Objekte, die als Trägerobjekte semantischer Daten zur Modellierung von nicht geometrischen Daten benutzt werden.

In den letzten Jahren sind unterschiedliche Forschungsprojekte zur Produktdaten-Technologie wie z. B. CAD*I [Grab91], NEUTRABAS [Muel92], IMPPACT [Giel93], KCIM [Grab94] und SFB346 [Hain99] bearbeitet worden. Ziel dieser Forschungsprojekte war es, Produktdaten zu erarbeiten und diese durchgängig in einer Prozesskette weiterzuverarbeiten, um ihren Datenfluss zu steuern und die dabei neu entstehenden Daten zu verwalten.

2.3.1.1 STEP

Als internationaler Standard für den Austausch von Produktmodelldaten wurde 1994 **STEP** (Standard for the Exchange of Product Model Data) entwickelt und als „Initial Release“ der Normenreihe ISO 10303-11 [ISO 10303] freigegeben. Als Erweiterung der bisher existierenden rein geometrieorientierten Austauschformaten wie z. B. IGES und VDA-FS [vgl. Alzo03] beinhaltet die STEP-Produktspezifikation auch nichtgeometrische bzw. semantische Daten, wie Maße, Oberflächenangaben, Stammdaten, Materialdaten sowie Arbeitspläne. STEP bezieht sich als Norm zur Produktmodellierung auf Methoden zur Gewinnung, Speicherung, Verwaltung, Austausch, Archivierung und Dokumentation von Produktdaten. STEP ist somit eine Norm zur

implementierungs- und plattformunabhängigen Beschreibung von Produktdaten über den gesamten Produktlebenszyklus. Bei der Produktmodellierung nach STEP werden die zur Unterstützung der Prozessketten erforderlichen Teilmengen des integrierten Produktmodells in Form von Anwendungsprotokollen (Application Protocols) dargestellt. Die Datenmodellierung erfolgt implementierungsneutral über die Datenmodellierungssprache EXPRESS. EXPRESS [ISO 10303] ist eine Datenmodellierungssprache, deren Grundlage das Entity-Relationship-Modell (vgl. Abschnitt 2.2.4.1) ist. Diese Spezifikationssprache ist der Ausgangspunkt sämtlicher Modellbeschreibungen in ISO 10303. Sie wurde von der "International Organization for Standardization" (ISO) im Rahmen von STEP entwickelt und wurde 1994 als internationaler Standard ISO 10303-11 registriert.

2.3.1.2 Stand der Produktmodellierung im Bauwesen

Ein Produktmodell im Bauwesen ist nach Rank [RaBu02] „ein rechnergestütztes Datenmodell, mit dem verschiedenste Aspekte eines Bauwerks (z.B. Geometrie, verwendete Materialien, Nutzungsart, etc.) beschrieben werden. Dieses zugehörige Datenmodell spiegelt Eigenschaften eines Bauwerks, seiner Bauteile und deren Beziehungen wieder und unterstützt die Realisierung einer computergestützten Planung.“

In den letzten Jahren wurden zahlreiche Forschungsarbeiten zum Thema der Produktmodellierung im Bauwesen durchgeführt, welche größtenteils auf objektorientierten Beschreibungsmethoden beruhen: So beschreibt z.B. Rüppel [Rüpp94] ein objektorientiertes Management von Produktmodellen der Tragwerksplanung. Rüppel und Meißner [MeRü95] erläutern den Einsatz der Produktmodellierung im Bauwesen zur Erzeugung digitaler Bauwerksmodelle. Das Bauwerksmodell besteht dabei aus Objekten, die in semantischen Beziehungen zueinander stehen. In [Diaz97] wird die objektorientierte Modellierung von geotechnischen Systemen dargestellt.

Zur Unterstützung eines planungsmethodischen Vorgehens „vom Groben zum Feinen“ [vgl. Rude98 sowie AgBa92] muss der Planungsgegenstand auf verschiedenen Planungsstufen und in unterschiedlichen Strukturen beschrieben werden können. Daher liegt der Schwerpunkt neuerer Forschungsarbeiten auf der Entwicklung sogenannter evolutionärer Produktmodelle [Will02], bei denen nicht nur die Instanzen des Produktmodells veränderbar sind sondern auch die Definitionen des Modells selbst. Mit diesem Ansatz soll es ermöglicht werden, die spezifischen Anforderungen im Planungs-, Konstruktions- und Ausführungsprozess jeweils zu dem Zeitpunkt zu modellieren, zu dem ausreichend Informationen für die Erzeugung neuer oder die Änderung bestehender Objekte bereit stehen.

Einen topologischen, raumbezogenen Ansatz zur Modellierung von Gebäuden verfolgen Paul und Bradley [PaBr03]. Das Problem der drei-dimensionalen Beschreibung wird hier durch eine zunächst axiomatische Beschreibung eines vereinfachten Gebäudekonzeptes und die hierauf folgende Generalisierung identifizierter lokaler Strukturen von eingebunden unverknüpftern planaren Graphen zur dritten Dimension gelöst.

In der Arbeitsgruppe „Produktmodellierung“ des Schwerpunktprogrammes SPP 1103: „vernetzt kooperative Planungsprozesse im konstruktuven Ingenieurbau“ der Deutschen Forschungsge-

meinschaft (DFG) beschäftigen sich zurzeit verschiedene Institute mit der Entwicklung bauspezifischer Produktmodelle:

- Rank und Bungartz [RaBu02] erarbeiten im Projekt "Volumenorientierte Modellierung als Grundlage einer vernetzt-kooperativen Planung im konstruktiven Ingenieurbau" Konzepte zur Gestaltung des Planungsprozesses und zum Konfliktmanagement, die statt auf die im konstruktiven Ingenieurbau üblichen dimensionsreduzierten Modelle (Stab, Platte, Scheibe etc.) ausschließlich auf räumlichen Modellen aufbauen.
- Beucke [Beuc02] beschäftigt sich mit dem "Entwurf und Verifizierung einer CAD-Systemarchitektur zur Unterstützung der verteilten technischen Bearbeitung im Konstruktiven Ingenieurbau" und entwickelt ein Konzept zur Verwaltung von Teilmodellen, die während der verteilten Bearbeitung zwar nicht konsistent sein müssen, für die jedoch Abstimmungsprozesse unterstützt und ein konsistenter Gesamtzustand beim Zusammenführen der Teilergebnisse erzeugt werden kann.
- Damrath und Berkhahn [Damr02] untersuchen im Forschungsvorhaben "Relationale Prozessmodellierung in kooperativer Gebäudeplanung" Produktmodelle im Kontext dreier relationaler Teilmodelle, welche die Prozessstruktur, die Gebäudestruktur und die Organisationsstruktur beschreiben. Von zentraler Bedeutung sind dabei die inneren Verknüpfungen des jeweiligen Teilmodells und die äußeren Verknüpfungen der drei Teilmodelle.
- Scherer [Sche02] befasst sich im Projekt "Ein Kooperationsmodell für die Kontrolle divergierender Planungszustände - Identifikationsverfahren von Planungsdifferenzen" mit dem "Mapping" und dem „Matching“ von (Teil-) Produktmodellen. Damit sollen parallel entstandene Planungszustände verglichen, Planungskonflikte identifiziert und ein konsistenter Planungszustand hergestellt werden.
- Auch in dem von Meißner und Rüppel [MeRü02 sowie MeRT04] betreuten Projekt "Agentenbasierter Modellverbund für die kooperative Gebäudeplanung" spielen Aspekte des Modelltransfers eine wesentliche Rolle. Dort werden Fachmodelle aus den Bereichen Objektplanung, Tragwerksplanung und Technische Ausrüstung entwickelt, die aus netzwerkgerechten, granularen Teilmengen dynamisch zusammengesetzt werden.
- In den Teilprojekten "Grundlagen vernetzt-kooperativer Planungsprozesse für Komplettbau mit Stahlbau, Metallbau, Holzbau und Glasbau" [Pege02] und "Prozessorientierte Vernetzung von Ingenieurplanungen am Beispiel der Geotechnik"' [KaRM02] sowie "Berücksichtigung von Ausnahmefällen bei der kooperativen Bearbeitung von Projekten des konstruktiven Tiefbaus" [HoSa02] werden Produktmodelle als Grundlage für die Beschreibung und Strukturierung des Planungsprozesses genutzt.

Die Anwendungsprotokolle von STEP im Bauwesen

Im Rahmen der Standarsisierungsbemühungen von STEP wurden auch baubezogene Anwendungsprotokolle erarbeitet. Das Produktmodellkonzept von STEP im Bauwesen kann somit als Grundstein für die Standardisierung von Bauobjekten betrachtet werden. Eine solche konsequente Definition der Bauobjekte leistet nach [Alzo03] einen Beitrag zur Steigerung der Effizienz

und der Qualität im Bauprozess und wird als Fundament für die Automatisierung im Bauingenieurwesen betrachtet. Für den Bereich des Bauwesens existieren folgende STEP-Normen:

- Teil 106 Building Construction Core Model
- Teil 202 Associative Draughting
- Teil 225 Building Elements Using Explicit Shape Representation
- Teil 227 Plant Spatial Configuration
- Teil 228 Building Services: Heating, Ventilation and Air Conditioning
- Teil 230 Building Structural Frame: Steelwork

Zur Entwicklung anwendungsabhängiger Sichten des STEP-Produktmodells im Bauwesen werden Implementierungsvorschriften in Form von Anwendungsprotokollen definiert. Das Anwendungsprotokoll 225, der im Jahr 1999 als ISO-Norm [ISO 10303-225] verabschiedet wurde, dient zur Entwicklung von räumlichen Gebäudemodellen und unterstützt den Datenaustausch von 3D-Modellen. Innerhalb von AP 225 werden folgende Anwendungsgebiete einbezogen:

- Baukonstruktionen wie z. B. Dächer, Decken, Stützen, Treppen, Träger und Wände
- Räume wie Zimmer, Säle und Korridore
- Technische Gebäudeausrüstung wie Heizung, Lüftung und klimatechnische Einbauten,Wasserver- und Entsorgung und Elektroinstallation
- Terrainmodelle zur Beschreibung der Baustellen und der Baugrube in den verschiedenen Bauprozessphasen

Industry Foundation Classes

Nach der Einstellung der Entwicklung von STEP-Teil 106 (Building Construction Core Model) wurden die **Industry Foundation Classes (IFC)** entwickelt [IFC2x]. Die IFC stellt eine plattformübergreifende Objektsprache für rechnergestützte Bauplanung, Bauausführung und Gebäudeverwaltung dar. Diese Objektsprache wurde von der **Industrie Allianz für Interoperabilität (IAI)** [IAI00] entwickelt. Die IAI ist ein internationaler Zusammenschluss von Firmen aus dem gesamten Umfeld des Baubereichs und verfolgt das Ziel, die Teilaspekte der AEC/FM-Industrie (Architecture, Engineering and Construction / Facility Management) zu integrieren und in einem Datenmodell zusammenzuführen. Die Definition der IFC berücksichtigt so verschiedene Lebensphasen eines Gebäudes vom Entwurf bis hin zum Abriss.

Gegenüber dem konventionellen Datenaustausch stellt die IFC dem Anwender ein programmübergreifendes Datenmodell bereit. Dieses Datenmodell baut auf bestehenden Entwicklungen, wie dem STEP-Standard auf. Insbesondere markiert der IFC-Standard in der Version IFC2x den Wechsel der IAI zu einer Plattformentwicklung sowie der Unterstützung der Haustechnik [vgl. hierzu Schm02 sowie Schm01], des Facility Managements und des Projekt-Managements. Zur Unterstützung der Übertragung von IFC-Instanzen zwischen verschiedenen bauspezifischen Softwarelösungen wurde im IFC2x-Standard eine auf den Webstandard XML (eXtensible

Markup Language) basierende XML-Definitionen (ifcXML) spezifiziert. Damit werden die international gültigen IFC Beschreibungen der Bauelemente und Produkte auch im Webstandard XML verfügbar.

Bezüglich einer weiterführenden Erläuterung zur Anwendung von Produktmodellen im Bauwesen sei auf Alzoobi [Alzo03] sowie Willenbacher [Will02] verwiesen.

2.4 Planungs- und Konstruktionsmethodiken

Nach Ropohl [Ropo75] besteht Planung darin, angestrebte Ergebnisse und die dafür erforderlichen Maßnahmen gedanklich vorweg zunehmen, im voraus zu durchdenken und inhaltlich, räumlich und zeitlich festzulegen. Der Weg zur Lösungsfindung kann durch geeignete Methoden beschrieben werden.

Der folgende Abschnitt dient der Einführung in die Thematik der Planungs- und Konstruktionsmethodik. Neben einer kurzen Erläuterung allgemeiner Grundlagen wird ein Überblik über die Entwicklung und Anwendung von Planungsmehtodiken in der derzeitigen Planungspraxis gegeben.

2.4.1.1 Phasenmodelle

Die Bearbeitung von Aufgaben der Unikatplanung erfordern ein planungsmethodisches Problemlösungsvorgehen, bei dem die Optimierung zunächst auf konzeptioneller Ebene erfolgt und Detailaspekte erst aufbauend auf diesen erarbeiteten Konzepten im weiteren Planungsverlauf behandelt werden. Dieses systemorientierte Vorgehen zur Problemlösung kann, wie in Abschnitt 4.1.4.1 beschrieben, durch einen phasenorientierten Ansatz zur Modellierung der Planungsprozesse unterstützt werden.

Durch die Bildung von Projektphasen können konzeptbestimmende Planungsschritte, welche vorwiegend aus lösungsneutralen Überlegungen bestehen und operative Arbeitsschritte, welche weitestgehend lösungsgebunden sind, zeitlich voneinander getrennt werden. Diese zeitliche Trennung der konzeptionellen von den operativen Planungsschritten hat nach [AgBa92] den Vorteil; dass dazwischen eine Art „Reifeprozess“ stattfinden kann und die eigentliche Systemwahl nicht unter Zeitdruck stattfinden muss. Insbesondere bei komplexen Planungsproblemen können so die verschiedenen Detailaspekte der in Beziehung stehenden Teilsysteme besser abgestimmt werden, was zu höherer Planungsqualität führt. Diese Untergliederung des Projektes nach Phasen ermöglich als eine Art evolutionäre Struktur eine phasenbezogene Konkretisierung der Planungsinhalte und Strukturen. Eine sukzessive planerische Konkretisierung des Planungsgegenstandes im Projektverlauf führt zudem zu einer immer detaillierter werdenden Beschreibung und Spezifizierung des Produktes [vgl. VDI 2221, Rude98].

Die Bildung und Auslegung von Planungsphasen erfordert eine Anpassung des in Abschnitt 2.2.3.1.2 beschriebenen allgemeinen systemtechnischen Vorgehensmodell auf verschiedene domänenbezogene Kontexte. Die folgende Abbildung zeigt in Ergänzung zu [Daen88] verschiedene in der Praxis angewandte Phasengliederungen für unterschiedliche Anwendungsgebiete, wie z.B. für die Produktentwicklung und für die Durchführung von Organisationsprojekten. Es handelt sich dabei um zumeist empirisch entstandene Gliederungen, die außer planungstechnischen Aspekten zum Teil auch juristische, unternehmerische oder politische Gesichtspunkte berücksichtigen. Die Abbildung zeigt zudem die branchenüblichen Phasenbezeichnungen.

<table>
<tr><th colspan="4">Generelle Anwendungen</th><th>Organisations -projekt</th><th>EDV-Projekt</th><th>Produkt-entwicklung</th><th>Bauprojekt</th><th>Anlagenbau</th></tr>
<tr><td>Aggteleky/ Banja [AgBa92]</td><td>Daenzer [Daen88]</td><td>Reschke/ Svoboda [ReSv83]</td><td>REVA Betriebsstätten [REVA85]</td><td>Akademie für Organisation</td><td>BIFOFA Arbeitsbericht</td><td>MAN Fahrzeugbau</td><td>HOAI</td><td>Rüsberg</td></tr>
<tr><td>Problem-erfassung
Zielplanung</td><td>Vorstudie</td><td>Problem-analyse</td><td>Zielkonzeption und Aufgaben-stellung</td><td>Vorstudie</td><td>Vorstudie</td><td>Planungs-phase</td><td>Grundlagen-ermittlung
Vorplanung</td><td>Konzeption</td></tr>
<tr><td>Zielent-scheidung
Konzept-planung</td><td>Hauptstudie</td><td>Konzept-findung
Definition</td><td>Standort und Umweltstudie
Betriebs-analyse
techn.-wirtsch. Konzeption</td><td>Hauptstudie</td><td>Gesamt-konzeption Grobplanung
Feinplanung Teilsysteme</td><td>Konzeptions-phase
Konstruktions-phase
Erprobung</td><td>Entwurfs-planung
Genehmigungs planung</td><td>Vorplanung und Machbarkeits-studie</td></tr>
<tr><td>Genehmigung
Ausführungs-planung
Inbetrieb-nahme</td><td>Detailstudien
Systembau
System-einführung</td><td>Entwicklung
Realisierung</td><td>Ausführungs-planung</td><td>Teilstudien
Systembau
Einführung</td><td>Program-mierung
Implemen-tierung und Installation</td><td>Freigabe
Produktions-vorbereitung</td><td>Ausführungs-planung
Vergabe
Objektüber-wachung</td><td>Hauptplanung
Durchführung</td></tr>
<tr><td>Inbetrieb-nahme</td><td>System-benutzung
Umgestaltung Ausserdienst-stellung</td><td>Nutzung
Ausserdien-stellung</td><td></td><td>Erhaltung</td><td></td><td>Serienphase</td><td>Objekt-betreuung</td><td></td></tr>
</table>

Abbildung 2.4-1: Überblick Phasenmodelle in Erweiterung zu [Daen88]

Ein für den schweizer Baubereich entwickeltes Phasenmodell beschreibt das Leistungsmodell LM 112 [KBOB00]. Dieses Leistungsmodell gliedert die Erstellung und Bewirtschaftung eines Bauwerkes in sechs Phasen und zwölf Teilphasen (vgl. Abbildung 2.4-2). Gegenüber der in Deutschland zumeist für Bauprojekte angewandten HOAI-Gliederung (siehe obige Abbildung) legt die LM 112 einen wesentlich stärkeren Fokus auf die für eine integrale Planung wichtigen frühen Projektphasen. Dabei werden im Rahmen einer strategischen Planung die Bedürfnisse, Ziele und Rahmenbedingungen des Projektes definiert, Lösungsalternativen erarbeitet und die Lösungsstrategie festgelegt. Zudem erfasst die LM 112 durch Leistungen zur Inbetriebsetzung die Phase der Betriebsoptimierung, die im Sinne nachhaltiger Bewirtschaftungsstrategien einen wichtigen Abschnitt im Lebenszyklus von Gebäuden darstellt [ENSAN03].

Die Zuordnung der Nutzungs- und Bewirtschaftungsphase zum Planungsprojekt wird von den verschiedenen Modellen unterschiedlich gehandhabt. Aus systemtechnischer Sicht (vgl. Abschnitt 2.2.3.1) stellt die Nutzungsphase eine getrennte Lebenszyklusphasen des Produktes mit

spezifischen Zielsetzungen dar und sollten im Rahmen eines separaten Projektes behandelt werden. Eine fehlende Differenzierung zwischen Projektphasen der Planung und den folgenden Lebenszyklusphasen des geplanten Objektes erschwert zudem die Übertragung solcher Phasenmodelle als Problemlösungsstrategie für andere lebenszyklusphasenbezogene Planungen wie z.B. auf den Bereich der Sanierung.

Phasen	**Teilphasen**
1 Strategische Planung	11 Lösungsalternativen
2 Vorstudien	21 Machbarkeitsstudie, Projektdefinition
	22 Konkurrenzverfahren
3 Projektierung	31 Vorprojekt
	32 Bewilligungsprojekt
	33 Bauprojekt
4 Ausschreibung	41 Ausschreibungsunterlagen, Offertvergleiche, Vergabeanträge
5 Realisierung	51 Ausführungsprojekt
	52 Ausführung
	53 Inbetriebsetzung, Abschluss
6 Bewirtschaftung	61 Betrieb
	62 Erhaltung

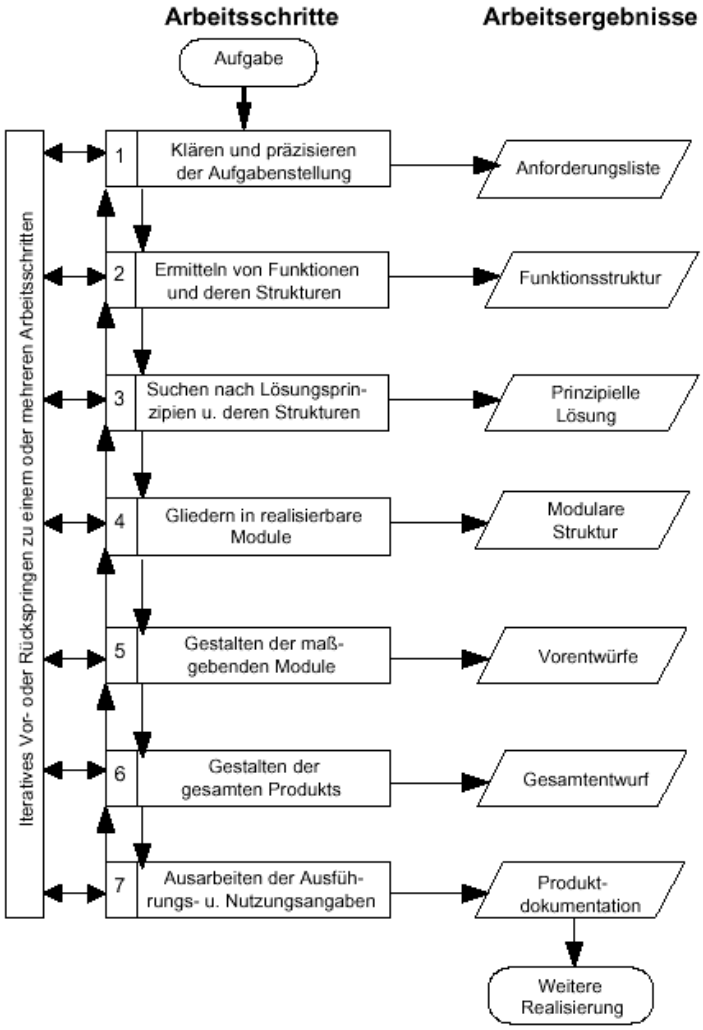
Abbildung 2.4-2: Phasen des schweizer Leistungsmodells LM112 [KBOB00]

2.4.1.2 Allgemeine Konstruktionsmethodik

Konstruktionsmethodik nennt man nach Ahrend [Ahre00] die Vorgehensweisen beim Entwickeln und Konstruieren nach Ablaufplänen mit Arbeitsschritten und Konstruktionsphasen unter Verwendung von Richtlinien und Methoden sowie technischen und organisatorischen Hilfsmitteln. Die Planer erhalten Methoden und Hilfsmittel, die es ihnen gestatten, systematisch und zielorientiert zu arbeiten, um effektiver und besser als bisher Lösungen zu finden [Conr98]. Diese Erkenntnisse der allgemeinen Konstruktionsmethodik sind in verschiedenen branchenspezifische Vorgehensmodelle ausgearbeitet worden, welche hinsichtlich der Methoden, Modelle, Daten und Begrifflichkeiten sehr stark differieren [Feld89]. Es existieren so für die Branchen des Maschinenbaus, Flugzeug, Schiffs- und auch Kraftfahrzeugbaus entsprechende Vorgehensstrukturen, welche auch in der Praxis eingesetzt werden.

Die Grundlagen einer methodischen Vorgehensweise bei der Entwicklung eines Produktes wurden in den vergangenen Jahrzehnten in Deutschland von Rodenacker [Rode91], Roth [Roth00], Koller [Koll94], Pahl und Beitz [PaBe93], Hubka [Hubk88] und Ehrlenspiel [Ehrl95]

ausgearbeitet. Ziel der deutschsprachigen Konstruktionsmethodik ist die Erstellung eines generell anwendbaren, branchenunabhängigen und allgemeingültigen Vorgehensmodells für die Beschreibung des Konstruktionsprozesses von Produkten. Vor diesem Hintergrund wurden unterschiedliche domänenspezifische Vorgehensweisen hinsichtlich der ablauforientierten Vorgehensweise durch die VDI-Richtlinien 2221/2222 zusammengefasst. Bezugnehmend zu dem in Abschnitt 2.2.3.1 erläuterten systemtechnischen Vorgehensmodell wird hier der Konstruktionsprozess aufbauend auf einer entsprechenden Phasengliederung durch die Schritte der Aufgabenklärung, der Funktionsentwicklung, Prinzipfindung, Gestaltsmodellierung sowie der endgültigen Ausarbeitung bzw. Detaillierung repräsentiert [Geba00]. Bezüglich weiterführender Erläuterungen zu diesem Thema sei an dieser Stelle auf Rude verwiese [Rude98].



Vorgehensmodell beim Konstruieren nach VDI 221/ 2222

Als Fazit läßt sich zusammenfassen, dass diese Vorgehensmodelle der Konstruktionsmethodik auf einer starken Segmentierung der Problemstellungen und somit Problemlösungszyklen beruhen. Das hier beschriebene Vorgehen der VDI 2221, welches eine Dekomposition und isolierten Barbeitung der Problemstellung vor der Erarbeitung von (ganzheitlichen) Konzepten ver-

folgt, ist in Hinblick auf eine integrale Planung so nicht anwendbar. Es wird zwar der Hinweis gegeben [VDI2221], „Insbesondere bei Problemstellungen der Industrial Design ist es zwar notwendig, zu Beginn des Problemlösungsprozesses eine gesamtheitliche Betrachtung bzw. eine Gesamtlösung des Problems vorzunehmen, ehe man zu einer Aufglierderung in Teilprobleme bzw. Teilaufgaben kommt. Die Konzeption des Gesamterscheinungsbildes hat dabei Priorität vor den gestalterischen Einzelheiten“. Eine Erläuterung, wie dies realisiert und ins Vorgehen eingebunden werden soll, erfolgt hier allerdings nicht.

2.4.1.3 Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung

Auch für den Bereich der Softwareentwicklung, der sich wie auch die Bauplanung durch weitestgehend kundenorientierte Unikatplanung sowie eine starke Anforderungsorientierung auszeichnet, existieren verschiedene Vorgehensmodelle:

- **RUP** (Rational Unified Process) ist nach [KnPM02] eine Vorgehensweise beim Softwareentwicklungsprozess mit schwergewichtiger Methodologie, vielen formalen Definitionen, iterativ, architekturzentriert, Use-Case-getrieben, wohldefiniert und sehr strukturiert. Als Nachteil ist ein hoher Einführungsaufwand zu nennen. RUP teilt das Projekt in die vier Phasen „Projektsetup“, „Ausarbeitung“, „Implementierung“ sowie „Inbetriebnahme“ und definiert Workflows für verschiedene Kernaufgaben (Disciplines). Innerhalb jeder Phase gibt es Iterationen, deren Workflows ähnlich dem Wasserfallmodell abgearbeitet werden.
- Das klassische **Wasserfallmodell** durchläuft relativ starr sequentiell die Phasen „Systemanforderungen definieren“, „Softwareanforderungen definieren“, “Analyse“, „Entwurf“, “Codierung“, „Testen“ und „Betrieb“ und erlaubt Iterationen nur zwischen zwei aufeinanderfolgenden Phasen.
- **XP** (Extreme Programming) beschreibt eine agile iterative Vorgehensweise beim Softwareentwicklungsprozess mit leichtgewichtiger Methodologie und wenig Dokumentation und Overhead, die auf einer starken Kundeneinbindung und Kooperation der Entwickler beruht. Die Architektur wird von allen Beteiligten definiert. Der Einführungsaufwand ist wesentlich geringer als beim RUP, die Anwendung von XP funktioniert nach [KnPM02] allerdings nur in homogenen Team.
- Das **V-Modell** ist ein international anerkannter Entwicklungsstandard für IT-Systeme [KBSt97]. Das "V-Modell 97", auch EstdIT (Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes) genannt, ist bei vielen zivilen und militärischen Vorhaben des Bundes verbindlich vorgeschrieben. Das V-Modell umfasst dabei ein Vorgehensmodell, eine Methodenzuordnung sowie die funktionalen Werkzeuganforderungen. Das hierin beschriebene Vorgehensmodell ist ein wenig mit dem Wasserfallmodell vergleichbar, frühe Phasen werden aber mit späten über Testdaten verbunden (V-förmig, siehe Abbildung 2.4-3). Es ist zudem iterativ anwendbar, Phasen und zeitliche Abläufe stehen dabei allerdings nicht im Vordergrund. Auf allen Ebenen werden die Regelungen nach den Tätigkeitsbereichen, den sogenannten *Submodellen (*Projektmanagement, Systemerstellung, Qualitätssicherung, Konfigurationsmanagement) gegliedert. Das V-Modell ist somit sehr stark formalisiert und dokumentenzentriert,

die Architektenaufgabe wird auf mehrere Rollen verteilt. Als Nachteil ist der ebenfalls hohe Einführungs- und Anpassungsaufwand zu nennen.

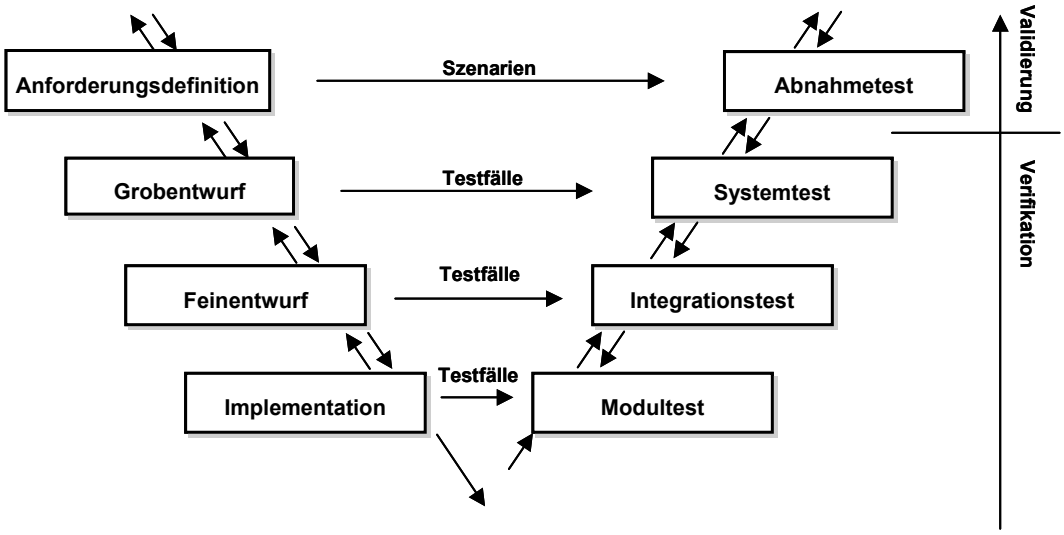


Abbildung 2.4-3: Vorgehensmodell des V-Modells

Die genannten Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung sind sehr stark am Kontext der Domäne ausgerichtet [KnPM02]. So sind z.B. die beschriebenen Methoden, wie UML, OOAD speziell für die Softwarentwicklung konzipiert. Sie scheinen daher auf den Bereich der Gebäudeplanung nur sehr bedingt übertragbar.

2.4.1.4 Planungsmethodische Vorgehensmodelle im Baubereich

Für den hier gewählten Anwendungsbereich der Hochbauplanung liegen bisher keine entsprechend praktizierten planungsmethodischen Vorgehensmodelle vor. Bis Ende der 70er Jahre wurde im Baubereich an verschiedenen Stellen versucht, systemtheoretische Konzepte im Bauplanungsbereich anzuwenden [vgl. Joed76, Amso77, Wege78, Deik79], doch spätestens zu Beginn der 80er Jahre verschwindet die Systemtheorie völlig aus der Fachdiskussion der Bauplanung und findet erst unter anderem durch Ayrle und Bauer [Ayrl94 und Baue00] wieder Beachtung. Die Planungsmodelle der 70er Jahre zeigen eine hohe Abstraktheit und bieten dem Planer hinsichtlich einer praktischen Anwendung relativ wenig Unterstützung. Ansätz zur Umsetzung bzw. Anpassung dieser Modelle für den Baubereich fehlen nach Ayrle [Ayrl94] zudem bisher. Dies mag darin begründet sein, dass die Übertragung dieser abstrakten Begriffe und Modelle auf die planerische Praxis große Probleme darstellt [BaNi78].

Die in der Praxis zumeist zur Spezifikation der Vorgehensweise angewandte Preisverordnung der HOAI [HOAI] wie auch das schweizer Leistungsmodell LM 112 [KBOB00] haben als Honorarordnung eine völlig andere Zielsetzung, nämlich die Gliederung der Planungsleistungen nach kostentechnischen Aspekten. Auch Rath [Rath99] verweist unter Bezug auf ein Urteil des Bundesgerichteshofes vom 24.10.1996 darauf, dass die Konstruktionsphasen nicht mit den Leis-

tungsphasen der HOAI gleichzusetzten sind („... die HOAI ist keine Leistungsbeschreibung sondern eine Preisverordnung“). Somit ergeben sich die vom Architekten zu erbringenden Leistungen und das dabei angewandte Vorgehen nicht direkt anhand des §15 der HOAI.

Ronner [Ronn95] entwickelte ein konzeptionelles Vorgehensmodell für den Entwurfsprozess im Baubereich, welches er dem methodischen Vorgehensmodell der allgemeinen Konstruktionslehre [VDI2221] gegenüberstellt. Einen hierauf aufbauenden, weiterführenden Ansatz verfolgt Bauer [Baue00]. Er erarbeitet aufbauend auf dieser Gliederung nach Ronner ein vierstufiges **Phasenmodell**, in welchem er die verschiedenen Planungsschritte des Entwurfsprozesses zusammenfasst. Die folgende Abbildung zeigt die phasenbezogene Gliederung der Arbeitsschritte.

Arbeitsschritte des methodischen Vorgehens beim Konstruieren (vgl. VDI 2221)		**Arbeitsschritte im Bauwesen in Anlehnung an Ronner**	**Arbeitsergebnisse**	**Phasen**
1	Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	1. Erarbeiten von Programm und Umweltbedingungen (örtliche Gegebenheiten) 2. Erfassung typischer Eigenschaften und Ordnungen	**Anforderungsliste**	**I**
2	Ermitteln von Funktionen und Strukturen	1. Erarbeiten von Raumprogrammen und –strukturen 2. Ermittlung von Gebäudevolumen und -situation	**Raumprogramm**	**II**
3	Suche nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen	1. Architektonische Vorentwurfsüberlegungen durch maßstabslose Anordnungsüberlegungen gefundener Strukturen innen 2. Baukörpergestaltung durch Lage und Gestalt der architektonischen Enwurfselemene	**Raumstruktur** **Baukörperstruktur**	**II**
4	Gliedern in realisierbare Module	1. Architektonischer Entwurf zur Erzeugung der Baustruktur mit materiallosen Mitteln (Flächen, lineare Strukturen, Öffnungen) 2. Entwicklung von Materialisierungsvorstellungen 3. Erarbeiten eines Ordnungssystem er Raumstruktur	**„architektonischer „ Vorentwurf**	**III**
5	Gestalten der maßgeblichen Module	1. Entwickeln von Rastern aus gestalterischen Beziehungen unter Einbeziehung von Materialerfordernis für die Gebäudeteile eines Komplexes 2. Materialisieren der entwickelte Räume 3. Fassadenentwicklung im Zusammenhang von Nachbarschaft, Gebäude und Innenraum	**Struktur von verallgemeinerten Bauelementen**	**III**
6	Gestalten des gesamten Produktes	1. Materialisieren der Entwurfsvorstellungen 2. Verwirklichen von Funktionen durch Bauteile	**„architektonischer „ Entwurf** **Werkplanung**	**III**
7	Ausarbeiten der Ausführungs- und Nutzungsangaben	1. Technische Planung und Feingestaltung von Einzelteilen 2. Ausarbeiten von Ausführungsbeschreibungen und -plänen	**Detailplanung** **Ausführungsplanung** **Ausschreibungs-unterlagen**	**IV**

Abbildung 2.4-4: Arbeitsschritte zur techn. Realisierung eines Hochbaus nach [Baue00]

2.5 Kooperative Planung

Die Bearbeitung komplexer Problemstellungen im Bereich der Unikatplanung erfordert eine frühzeitige Einbindung eines vielfältigen fachlichen Wissens in einen kooperativen Planungsprozess. Die hierzu notwendige interdisziplinäre Zusammenarbeit wird zumeist über die Bildung zeitlich befristeter Planungsteams realisiert. Ziel einer solchen **teamorientierten Zusammenarbeit** ist es, durch gemeinschaftliche Arbeit eine bessere Leistung zu erbringen, als es die Summe der einzelnen Arbeitsbeiträge ergeben würde. Bei der Erarbeitung der jeweiligen Teillösungen kommt es daher darauf an, die Abhängigkeiten zwischen den Teilaufgaben bzw. Teillösungen rechtzeitig zu erkennen, damit eine optimale Integration der arbeiteten Teillösungen zu einer Gesamtlösung erfolgen kann. Eine Synchronisation bzw. Koordination der Interagierenden ist somit eine wesentliche Voraussetzung für eine optimale Zusammenarbeit. Die kooperative Planung ist dabei gekennzeichnet durch ein hohes Maß an kurzfristig entstehendem ***Kommunikations***- und Abstimmungsbedarf. Dieser wird beeinflußt vom Ausmaß der Arbeitsteilung, d.h. der Anzahl und Interaktion der Planungsbeteiligten sowie von den bestehenden Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Planungsaufgaben und den spezifizierten Zielen und Anforderungen. Diese Informationen sind in der Regel unsicher, unvollständig und unterliegen einem ständigen Wandel [Geba00]. Der kurzfristig entstehende Abstimmungsbedarf ist umso höher, je früher im Entwicklungs- und Planungsprozess zusammengearbeitet wird [GRGK97].

Grundlage jeder interdisziplinären Zusammenarbeit sind die Prozesse Kooperation**,** Kommunikation und Koordination [vgl. Info00]: Unter **Kooperation** wird die enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Planungspartnern verstanden, von denen jeder einen bestimmten Aufgabenbereich übernimmt. Die **Kommunikation** ist die Verständigung bzw. der Umgang der beteiligten Partner innerhalb des Planungssteams. Die gegenseitige Abstimmung der durchzuführenden Vorgänge, die als **Koordination** bezeichnet wird, ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Je nach Rahmenbedingungen können nach Teufel und Sauter [TSMB95] ausgehend von der Kommunikationstheorie fünf Stufen der Zusammenarbeit unterschieden werden, welche die genannten Prozesse der Zusammenarbeit einbinden (vgl. Abbildung 2.5-1): Die direkte **Kommunikation** stellt als Austausch von Informationen die Grundlage der Zusammenarbeit dar. Hierauf folgt die **Information**, wobei der Informationsanbieter nicht wissen muss, wer der Informationsempfänger ist. Bei der **Koordination** weisen die Beteiligten gemeinsame Interessen sowie eine gemeinsame organisatorische Zusammengehörigkeit auf. Gemeinsame Ziele sind hier nicht direkt notwendig. Auch bei der **Kollaboration** stimmen die Zielsetzungen nur zum Teil überein. Zudem sind die Einzelbeiträge im Ergebnis noch erkennbar. Bei der **Kooperation** ist schliesslich das Team als Ganzes für das Ergebnis verantwortlich. Zudem herrscht hier eine starke Übereinstimmung der Ziele. Charakteristisch für diese Prozesse ist die zunehmende Verteilung des aufgabenbezogenen Wissens vom Einzelnen hin zum Team mit dem Grad der Zusammenarbeit. Eine hierzu parallel laufende Intensivierung der Zusammenar-

beit erfordert wiederum eine steigende Integration der Einzelnen bzw. deren Tätigkeiten in den Teamprozess.

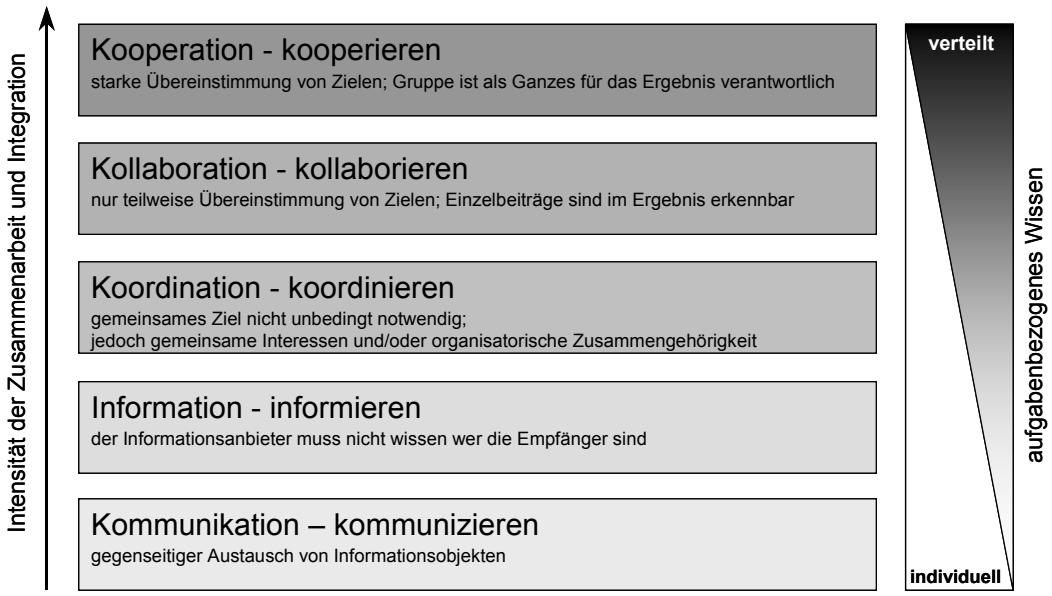


Abbildung 2.5-1: Stufen der Zusammenarbeit in Anlehnung an [TSMB95]

Als weitere Randbedingungen der Zusammenarbeit sind die Vernetzung und die Veränderung der Umwelt- oder Randbedingungen zu nennen, wodurch die Organisation der Teamarbeit als eigendynamischer Prozess gesehen werden muss. Innerhalb kooperativer Planungsprozesse sind zudem, wie Abbildung 2.5-2 zeigt, verschiedene Merkmale und Ausprägungen von Kooperation zu unterscheiden:

Zum einem ist dies die räumliche Verteilung der Kooperations- bzw. Interaktionspartner, wobei diese **lokal** am selben Ort oder **räumlich verteilt** an verschiedenen Standorten zusammanarbeiten können. Bezüglich der Zeit werden **synchrone** (zeitgleich) und **asynchrone** (zeitversetzte) Interaktion unterschieden. Durch die Anzahl der Kooperationspartner werden die **individuelle** und die **kollektive** Kooperation bestimmt. Die Art der Interaktion verlangt eine Differenzierung in **strukturierte**, semi- oder teilstrukturierte und **unstrukturierte** Interaktion. Bei der Kooperation kann die Systemunterstützung sowohl **explizit** als auch **implizit** erfolgen. Implizit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die gemeinsame Bearbeitung auf Basis eines Modells durchgeführt wird. In bezug auf die Kooperationsbeteiligten kann sich die Zusammenarbeit entsprechend der jeweiligen Organisationsstruktur sowohl auf Ebene des Managements wie auch auf Ebene der Mitarbeiter abspielen. Des weiteren kann bei allen Kooperationsformen in eine **horizontale**, prozessphasenübergreifende Kooperation, und eine **vertikale** Kooperation innerhalb einer Prozessphase unterschieden werden [AbGL98].

Merkmal	Ausprägung	
Ort	lokal/zentral	dezentral/ räumlich verteilt
Zeit	synchron	asynchron
Dauer	langfristig	kurzfristig
Anzahl der Partner	individuell	kollektiv
Interaktionsart	unstrukturiert	strukturiert
Systemunterstützung	explizit	implizit
Kooperationsebene	Management	Mitarbeiter
Prozessbezug	horizontal	vertikal

Abbildung 2.5-2: Merkmale unterschiedlicher Kooperationsformen [AbGL98].

2.5.1 CSCW

Die Unterstützung kooperativer Zusammenarbeit durch den Einsatz geeigneter Informations- und Kommunikationstechnologien und die Entwicklung darauf abgestimmter organisatorischer Konzepte ist das Ziel des Forschungsbereichs **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**. Ins Deutsche übertragen spricht man bei CSCW meist von „rechnergestützter Gruppenarbeit“ [Info00]. CSCW ist ein interdisziplinäres Forschungsgebiet aus Informatik, Soziologie, Psychologie, Arbeits- und Organisationswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsinformatik. Auf dieser interdisziplinären Basis wird untersucht, wie Individuen in Arbeitsgruppen oder Teams zusammenarbeiten und wie sie dabei durch Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützt werden können. Ziel aller Bemühungen im Gebiet der CSCW ist es, unter Verwendung moderner Technologien Gruppenprozesse zu untersuchen und dabei die Effektivität und Effizienz der Gruppenarbeit zu erhöhen. CSCW bezeichnet dabei die theoretischen Grundlagen bzw. die Methoden für Gruppenarbeit und deren Unterstützung durch Rechner [SRKM01]. Demgegenüber versteht man unter **Groupware** Software-Systeme zur Unterstützung von Gruppenarbeit, die auf den theoretischen Grundlagen der CSCW-Forschung aufsetzen bzw. diese umsetzen. In Deutschland beschäftigt sich die „Fachgruppe CSCW“ der Gesellschaft für Informatik [GI04] intensiv mit der Erarbeitung von Theorien und der Konzeption, Spezifikation, Umsetzung und Evaluierung von Methoden und Werkzeugen zur Koordinations- und Kooperationsunterstützung in aus Personen, Gruppen und Rechnern bestehenden (verteilten) Sytemen.

Der interdisziplinäre Forschungsschwerpunkt „Informationslogistik“ der Universität Karlsruhe [Info00 sowie Info02] beschäftigt sich seit 1995 mit der informationslogistischen Unterstützung unternehmens- und branchenübergreifender verteilter Kooperationen. Allgemeines Ziel ist dabei

- die Zusammenführung von verteiltem Wissen zur kooperativen Lösung bestimmter Aufgabenstellungen,
- eine effektive Unterstützung der Kooperation bei der Kommunikation und Koordination der Projektbeteiligten,
- die schnelle, vereinfachte und effiziente Planung der Kommunikationsinfrastruktur zwischen technischen Informationssystemen.

Der SFB 457 [SFB457] beschäftigt sich mit der wissenschaftlichen Erarbeitung von Konzepten und Werkzeugen für kundenorientierte hierarchielose regionale Produktionsnetze auf Basis von Kompetenzzellen, die eine Wettbewerbssteigerung kleiner und mittelständiger Unternehmen (KMU) durch Kooperationsbildung erzielen sollen.

Innerhalb des Forschungsbereiches CSCW werden drei eng miteinander verknüpfte Teilbereiche unterschieden [vgl. Hase94]:

- Das Erfassen und Verstehen von Zusammenarbeit und Koordination in betriebswirtschaftlichen Umgebungen
- Die Entwicklung und (prototypische) Implementierung von Methoden und Werkzeugen zu deren Unterstützung
- Die Bewertung und Evaluation kooperations- und koordinationsunterstützender Konzepte und Werkzeuge

2.5.1.1 Ansätze zur Unterstützung von Kooperationen

Im Bereich der CSCW-Forschung existieren verschiedene Herangehensweisen [SRKM01]: Der **technologieorientierte Ansatz** geht vom Computer als Unterstützungsmedium aus und sucht aufbauend auf neuen technischen Möglichkeiten nach Unterstützungsformen für Kooperationen. Der **organisationsorientierte Ansatz** geht im Gegensatz dazu von organisationstheoretischen Überlegungen aus und berücksichtigt den Einfluss von Kooperation und Rechnerunterstützung [Mösl93]. Eine weitere Einteilung kann hinsichtlich der zur Unterstützung gewählten Konzepte und Strukturen erfolgen. So kommen je nach Art der Kooperation verschiedene Unterstützungsansätze zu Einsatz, die sich in prozedurorientierte und kommunikationsorientierte Ansätze unterscheiden lassen [vgl. Prin01]

- **Prozedurorientierte Ansätze** nutzen eine zentrale Prozessmodellierung und -beschreibung als Basis für die Unterstützung eines bestimmten Koordinationsprozesses. Zur Prozessmodellierung werden hierzu unter anderem Petri-Netze, Regelsprachen oder Konversationsnetze eingesetzt.
- **Kommunikationsorientierte Ansätze** basieren auf einer Modellierung organisatorischer Strukturen sowie von Kommunikationsstrukturen zur Steuerung von Kommunikationsprozessen.

Die Wahl des Ansatzen hängt von der Art bzw. den Rahmenbedingungen der Kooperation ab, wobei gerade der Grad der Strukturierung sowie die Standardisierbarkeit ausschlaggebende Kriterien zur Wahl des Unterstützungsansatzes darstellen [vgl. TSMB95, GrKl03 sowie Müll99]. Wie folgende Abbildung zeigt, eignen sich prozedurorientierte Ansätze besonders für große Kooperationen, bei denen die Abläufe einen hohen Strukturierungsgrad sowie eine gute Standardisierbarkeit aufgrund bekannter Lösungswege aufweisen, wie z.B. Prozesse der Bauausführung oder Weiterentwicklungen von Konsumgütern [vgl. AgBa92]. Der oft hohe Aufwand einer hierzu notwendigen detaillierten Modellierung wird hier durch eine hohe Wiederholfähigkeit der Prozesse gerechtfertigt. Je mehr der Grad der Strukturierbarkeit und Standardisierbarkeit sinkt, z.B. durch die Neuartigkeit der Problemstellung, um so mehr sind Kooperationen auf spontane Kommunikation und eine laufzeitbezogene Koordination der Kooperationsprozesse aus dem situativen Kontext angewiesen. Für solche Kooperationen, wie z.B. die Entwicklung komplexer Unikate, hat sich die Anwendung eher kommunikationsorientierte Ansätze bewährt.

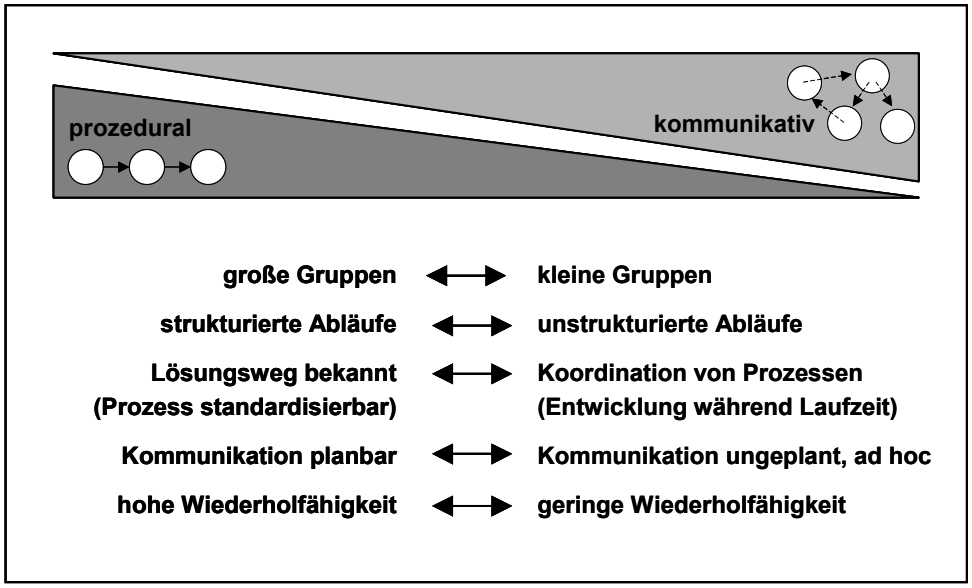


Abbildung 2.5-3: Unterstützungsansätze von CSCW nach [TSMB95]

Auch die folgende Abbildung verdeutlich noch einmal die Abhängigkeit der gewählten Methode zur Koordination der Kommunikations- und Kooperationsprozesse von der Art der Kooperation (Kooperationsinhalt sowie Rahmenbedingungen) [vgl. Prin98].

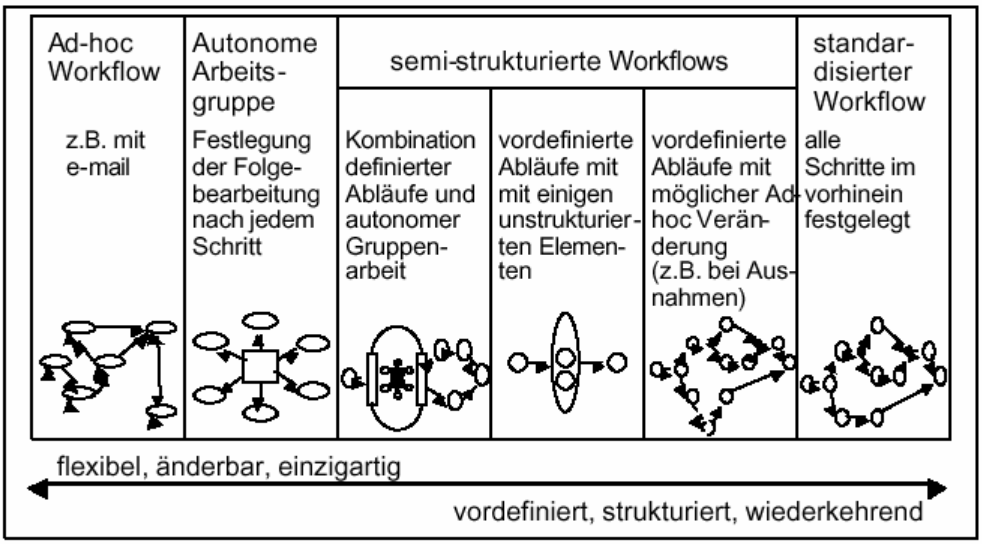


Abbildung 2.5-4: Wahl der Prozesskoordination nach Art der Kooperation [Müll99]

Im weiteren Abschnitt werden bezugnehmend zu den beiden vorgestellten Unterstützungsansätzen verschiedene CSCW-Forschungsvorhaben aus dem Bereich des Bauwesens vorgestelltund so der aktuelle Stand der baubezogenen CSCW-Forschung aufgezeigt und eingeordnet.

Prozedurorientierte Ansätze

Hauptsächlich prozedurorientierte Ansätze verfolgen die Forschungsvorhaben des DFG-Schwerpunktprogrammes SPP 1103 „Vernetzt kooperative Planungsprozesse im konstruktiven Ingenieurbau“ [RüMe00]. Die hierbei gebildete Arbeitsgruppe „Netzwerkbasierte Prozessmodellierung“ beschäftigt sich mit der systematischen Analyse und der formalen Beschreibung von Planungsprozessen im Konstruktiven Ingenieurbau. Durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie soll die Grundlage dafür geschaffen werden, diese Planungsprozesse rechnergestützt, vernetzt und kooperativ durch verschiedene Fachplanungsgruppen und die Projektleitung durchzuführen. Um diese Technologie sinnvoll einsetzen zu können, sollen gegenüber der traditionellen Projektsteuerung die Planungs- und Kommunikationsprozesse für Projekte des Konstruktiven Ingenieurbaus neu gestaltet werden. Im Rahmen von Forschungsvorhaben zur **Prozessmodellierung** werden daher neue Konzepte, Strukturen und Methoden für eine verteilte, netzwerkgestützte und prozessorientierte Projektbearbeitung und Kommunikation der kooperierenden Fachplanungsgruppen entwickelt. Innerhalb der Arbeitgruppe werden zur Zeit verschiedene Konzepte und Methoden erarbeitet, um die Neugestaltung der Planungsprozesse und hierauf aufbauend die Neukonzeption der Kommunikation zwischen den Planungsbeteiligten zu analysieren, zu modellieren und softwaretechnisch zu realisieren. Die wichtigsten Forschungsvorheben sollen kurz vorgestellt werden:

Meißner, Rüppel und Katzenbach [KaRM02 sowie MeRG04] entwickeln ein netzwerkbasiertes Systems zur Koordination von Fachplanungen im Konstruktiven Ingenieurbau. Hierbei wird die Petri-Netz-basierte Prozessmodellierung in Verbindung mit einer semantischen Informationsauswertung analysiert. Der Fokus wird in diesem Forschungsvorhaben beispielhaft auf Pla-

nungsprozesse der Geotechnik gesetzt. Das entwickelte Konzept basiert auf der Strukturierung der auszutauschenden Informationen und Dokumente sowie deren Charakterisierung durch Metainformationen. Auf Grundlage der Auswertung dieser Metainformationen in Verbindung mit der Prozessmodellierung wird die Kommunikation der Planungsbeteiligten gesteuert. Die verwendeten Methoden zur Modellierung der Planungsprozesse basieren auf Petri-Netzen mit individuellen Marken. Diese individuellen Marken beinhalten zusätzliche Informationen, die zum Schalten der Transitionen im Petri-Netz ausgewertet werden.

Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens von Damrath und Berkhahn [Damr02] umfasst die systematische Analyse und formale Beschreibung des kooperativen Planungsprozesses für die Gebäudeplanung. Das Konzept für die formale Beschreibung des Planungsprozesses besteht aus einem relationalen Prozessmodell mit drei Teilmodellen: Organisationsstruktur mit Planungsakteuren, Prozessstruktur mit Planungsaktivitäten und Gebäudestruktur mit Planungszuständen. Die äußeren Beziehungen zwischen diesen Teilmodellen werden durch Relationen und Abbildungen unter Berücksichtigung der Konsistenzbedingungen realisiert. Die Methoden zur systematischen Analyse und formalen Beschreibung der kooperativen Gebäudeplanung basieren auf der Mengen-, Relationen- und Graphentheorie. Die Prozessstruktur ist hierbei als gerichteter hierarchischer bipartiter Graph abgebildet und bietet die Möglichkeit, die Methoden der Petri-Netze und der Netzplantechnik auf dieser Struktur anzuwenden. Die Gebäudestruktur wird als hierarchischer bipartiter Graph und die Organisationsstruktur als Zuordnungen abgebildet.

Holz und Savidis [HoSa02] befassen sich mit Ausnahmesituationen bei der kooperativen Projektbearbeitung im konstruktiven Tiefbau. Hierbei treten Situationen auf, die nicht im Projektablauf geplant oder berücksichtigt sind und die eine unmittelbare adhoc-Reaktion der beteiligten und räumlich verteilten Fachexperten erfordern. Insofern ist dieser Ansatz als nicht rein prozedurorientiert zu betrachten, da der vorgegebene prozessorientierte Projektablauf und die hierbei stattfindenden Kommunikations- und Informationsprozesse durch flexible spontane Kommunikationsprozesse überlagert werden, die sich an der Organiationsstruktur und den hierin spezifizierten Rollen orientieren. Das entwickelte Konzept beinhaltet daher ein zentrales Informationssystem zur Unterstützung bei der Wahl von Sofortmaßnahmen und Sanierungsvorschlägen. Daten und Informationen über Ausnahmefälle werden erfasst und in geeigneter Weise abstrahiert, um eine Übertragbarkeit auf neue Ausnahmefälle zu erreichen. Dem entwickelten Softwaresystem liegt ein objektorientiertes Informationsmodell zugrunde, welches das Bauvorhaben, seinen Erstellungsprozess sowie die zugehörigen Organisationsstrukturen abbildet. Für die Prozessmodellkomponente werden u.a. die Methoden der Netzplantechnik eingesetzt. In Fall von Ausnahmesituationen wird der ursprüngliche Netzplan durch das Einfügen eines Havarienetzplans dynamisch erweitert.

Kommunikationsbasierter Ansatz

Einen kommunikationsbasierten Ansatz verfolgt Müller [Müll99] mit der prototypische Entwicklung eines **“Virtuellen Projektraums”,** der „über systemgestützte Interaktionsmöglichkeiten sowohl eine anforderungsorientierte und dynamische Organisationsentwicklung als auch die für die Anwendung integraler Planungsmethoden notwendigen intensiven Kommunikations- und

Kooperationsprozesse innerhalb der entwickelten organisatorischen Strukturen unterstützt.“ Dabei werden vor allem die Aspekte einer verteilten Teamarbeit (“Virtuelle Teams”), der Eigendynamik organisatorischer Systeme und proaktiver selbstorganisatorischer Kräfte berücksichtigt. Hierzu wird ein entwicklungs- und kommunikationsorientierter Modellansatz (Kooperationsmodell) entworfen, auf dessen Basis die Realisierung einer computergestützten Kooperationsplattform erfolgen kann. Die zentrale Idee bei der Modellentwicklung bildet das Konzept des “Organisatorischen Rapid-Prototyping”: Im Gegensatz zum Verständnis einer statischen Organisation werden die aktuellen organisatorischen Strukturen immer als Prototyp begriffen, der in einem über die gesamte Projektlaufzeit dauernden zyklischen Prozess des Experimentierens, Bewertens und Modifizierens den dynamischen Anforderungen angepasst wird. Aus der eher statischen Begriffsdeutung der Projektorganisation wird die Prozessorganisation. Der Entwurf und die Anpassung projektorganisatorischer Strukturen wird über die Bereitstellung eines Organisationsbaukastens und entsprechender Gestaltungsregeln effizient unterstützt.

Forgber [Forg99] beschäftigt sich mit der Vernetzung von Kompetenzdomänen in virtuellen Projekträumen. Die „Verschmelzung teamorientierter, methodischer Ansätze mit verschiedenen informationstechnologischen Komponenten zu einem Kooperationsmodell der computerbasierten kooperativen Planung“ stellt die Grundlage der Arbeit dar. Hierauf aufbauend werden Konzepte eines technologiebasierten Vernetzungsansatzes unter dem Gesichtspunkt der Nutzung zusätzlicher, durch diese Vernetzungsmöglichkeiten erschließbarer Ressourcen und Wissens als sogenannte „externe Kompetenzdomänen“ entwickelt. Die Darstellung prinzipieller organisatorischer Modelle (virtuelle Unternehmen, intra- und interorganisationale Strukturen) verdeutlichte den erarbeiteten Ansatz anhand von Beispielen extranetz-basierter Zusammenschlüsse von Unternehmen zu einer projektspezifischen Organisation, welche die dynamische Integration der für die Projektbearbeitung erforderlichen Ressourcen verfolgen.

2.5.2 Groupware-Systeme

Im weiteren Abschnitt wird auf die zur Zeit kommerziell verfügbaren CSCW-Anwendungen eingegangen. Für die kooperative Produktentwicklung gibt es eine Vielzahl an kommerziellen Werkzeugen, die Gruppenarbeit unterstützen sollen. Für diese Werkzeuge des CSCW wurde der Begriff **Groupware** geprägt. Die Einsatzgebiete heutiger Groupwareprodukte reichen von rechnerunterstützten Kommunikationsmedien wie elektronischer Post bzw. E-mail oder Videokonferenzsystemen bis zu Softwarewerkzeugen, die eine Abbildung der Organisation und die Steuerung von Abläufen ermöglichen. Merkmale von Groupware sind ein expliziter Gruppenbezug, elektronische Kommunikationsmöglichkeiten sowie Informationsmanagement-Funktionen. Die Wahl des Groupwaresystems hängt, bezugnehmend auf den gewählten konzeptionellen Ansatz, von der Art der Kooperation und den spezifischen Rahmenbedingungen der Zusammenarbeit ab. Um in einer komplexen Domäne, wie es CSCW ist, eine Übersicht zu erhalten, ist es zunächst hilfreich, die vorhandenen CSCW-Anwendungen zu klassifizieren. Groupware-Systeme können nach verschiedenen Kriterien charakterisiert und klassifiziert werden. Im folgenden Abschnitt werden die zwei bekanntesten Klassifizierungen kurz vorgestellt: Die **Raum-Zeit-**Matrix und die Klassifizierung nach **Unterstützungsfunktionen**.

2.5.2.1 Klassifikation nach der Raum-Zeit-Matrix

Die bekannteste Darstellung ist die Unterscheidung nach der räumlichen und zeitlichen Dimension in der sogenannten **Raum-Zeit-Matrix** [Joha91]. Die zweidimensionale Unterscheidung nach Raum und Zeit – je nachdem, ob am gleichen Ort (lokal) oder an verschiedenen Orten (verteilt), zur gleichen Zeit (synchron) oder zu verschiedenen Zeitpunkten (asynchron) interagiert wird – führt zur Bildung von vier grundsätzlichen Situationstypen. Die folgende Abbildung zeigt diese Raum-Zeit-Matrix mit den zugeordneten Groupware-Klassen. Schlichter und Reichwald [SRKM01] verweisen bezüglich dieser Klassifikationsmatrix darauf, dass diese Klassifizierung nicht im Sinne einer Eingrenzung und Abgrenzung angesehen werden darf. Die einzelnen Kategorien können bestenfalls Systemkomponenten aufnehmen, da ein umfassendes Groupware-System den Anforderungen aller vier Quadranten genügen sollte.

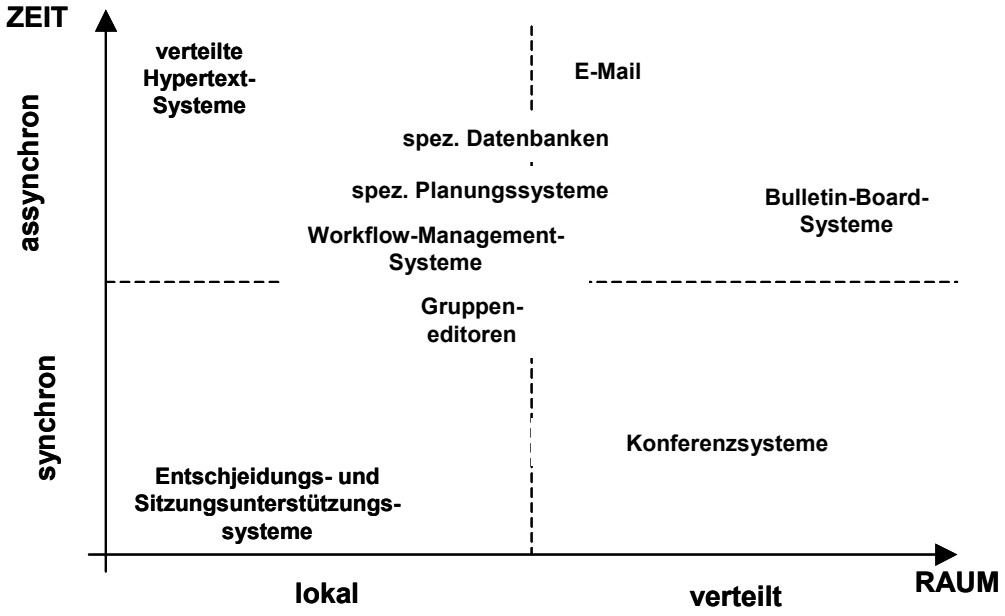


Abbildung 2.5-5: Raum-Zeit-Matrix für CSCW

2.5.2.2 Klassifikation nach Unterstützungsfunktionen

Je nach dem Intensitätsgrad der Zusammenarbeit innerhalb einer Gruppe kann wie erläutert zwischen **Kommunikation**, **Koordination** und **Kooperation** unterschieden werden. Teufel et al. [TSMB95] klassifizieren CSCW-Systeme nach dem Grad ihrer Unterstützung für diese drei grundlegenden Kooperationsprozesse: Bei der **Kommunikationsunterstützung** steht die Verständigung von Personen mittels Informationsaustausch im Vordergrund, die **Koordinationunterstützung** dient zur Abstimmung aufgabenbezogener Aktivitäten und Ressourcen, während **Kooperationssysteme** auch die Verfolgung gemeinsamer Ziele erfordern. Je nach Gewichtung der verschiedenen Unterstützungsfunktionen lassen sich die verschiedenen Anwendungen bzw. Systemklassenklassen in dem in der folgenden Abbildung dargestellten Dreieck positionieren.

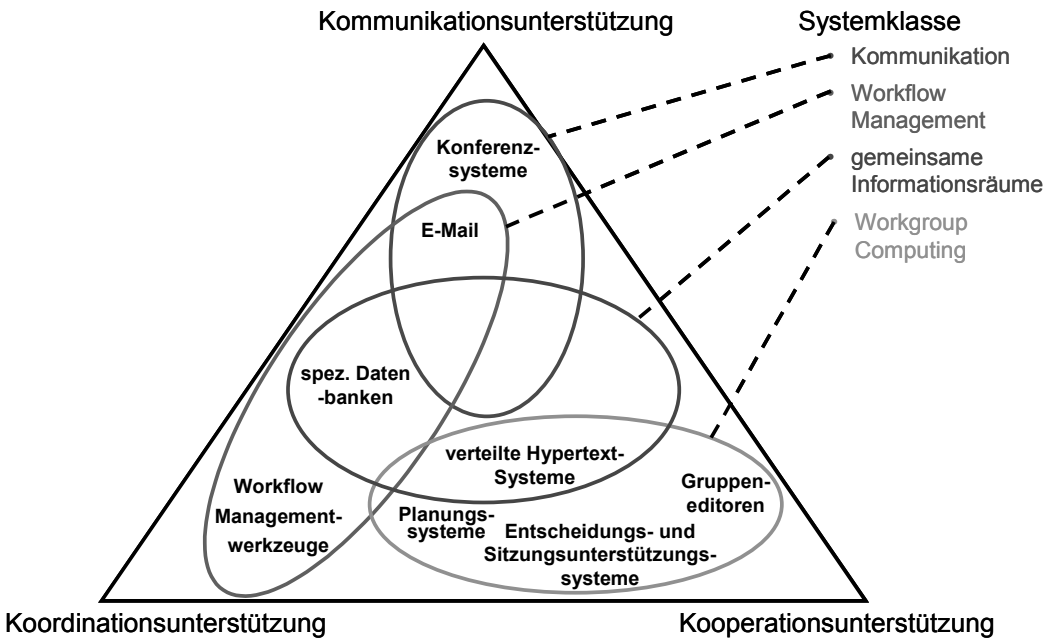


Abbildung 2.5-6: Groupwareklassen und Unterstützungsfunktionen [vgl GrRu99]

Auf die genannten Systemklassen soll im weiteren kurz eiggegangen werden:

- **Electronic-Mail Systeme** dienen vorangig der Kommunikationsunterstützung. Durch die Einbindung verschiedener Dateiformate in Form von Dateianhängen kann die Zahl der Medienbrüche klein gehalten werden. Sie unterstützen den asynchronen Austausch von Nachrichten zwischen einem Absender und einem oder mehreren Empfängern.
- **Konferenzsysteme** decken ein weites Spektrum von Interaktionen zwischen Gruppenmitgliedern ab. Hauptsächlich unterscheidet man hier zwischen Nicht-Realzeitkonferenzen und Realzeitkonferenzen [vgl. SRKM01]: Bei der Nicht-Realzeitkonferenz konferieren die Personen einer Gruppe asynchron über ihre Arbeitsplatzrechner. Die Kommunikation besteht hauptsächlich aus Senden und Empfangen von E-Mail-Nachrichten, die mit entsprechender Systemunterstützung geeignet eingeordnet, sortiert und verwaltet werden. Beispiele für solche Systeme sind verschiedene Forensysteme oder Newsgruppen. Bei Realzeitkonferenzen sind alle Sitzungsteilnehmer zur selben Zeit anwesend und Beiträge werden direkt an die Gruppenmitglieder übermittelt.
- Mittels **spezieller Datenbanken** und **Electronic Document Management Systems *(EDM)*** wird der Zugriff verschiedener Beteiligter auf Daten, die in einer zentralen oder verteilten Datenbank bzw. im Dateisystem abgelegt werden, sichergestellt. Die Konsistenz der Daten wird dabei gewährleistet. Das **Dokumentenmanagement** unterstützt die Verwaltung von Dokumenten bzw. Dateien inklusiv einer Versions- und Zugriffsrechteverwaltung. Es stellt außerdem zumeist Funktionalitäten zur Archivierung und Volltextsuche zur Verfügung.
- **Workflow-Management-Systeme** [WfMC] unterstützen die Weiterleitung von Daten oder Dokumenten innerhalb von betrieblichen Abläufen. Sie sind so für die Steuerung und Kontrolle vordefinierter Geschäftsprozesse einsetzbar. Die 1993 gegründete Workflow-

Management-Coalition (WfMC) ist eine Zusammenschluss aus Anbietern und Kunden und hat Standards für WfMS sowie ein gültiges Referenzmodell erarbeitet [Wers95 sowie WfMc]. Ihr Einsatz eignet sich für strukturierte, zeitlich, versetzte Abläufe, deren Lösungsweg im allgemeinen bekannt ist und die eine gewisse Wiederholungsrate aufweisen, so dass die Steuerung der informationsverarbeitenden Routineaufgaben größtenteils einem System übertragen werden kann.

- **Entscheidungs- und Sitzungsunterstützungssysteme** dienen der Unterstützung von synchronen Gruppensitzungen. Sitzungsunterstützungssysteme (Electronik Meeting Systems EMS) bestehen aus verschiedenen Einzelanwendungen zur Unterstützung der Gruppenprozesse bei Sitzungen, wie E-mail, spezielle Datenbanken, Gruppeneditoren oder Konferenzsysteme. Typische Aufgaben von EMS sind das Sammeln von Ideen, das Unterstützen von Abstimmungen sowie gemeinsames Schreiben und Zeichnen. Entscheidungsunterstützungssysteme (Group Decission Support Systems GDSS) sind zumeist in EMS eingebunden und unterstützen Entscheidungsprozesse zentraler Gruppen. GDSS unterstützen die Ideensammlung, deren Evaluation und die Aufbereitung für Präsentationen.
- **Hypertext-Systeme** erlauben im Gegensatz zu linear strukturierten Textdokumenten die Verknüpfung einzelner Dokumente bzw. Dokumentteile über Verweise (sogenannte Hyperlinks) zu einem Hypertext, der assoziative Sprünge innerhalb der zugeordneten Dokumente zuläßt und somit ein nicht-lineares Lesen erlaubt. Aufgrund ihrer nicht-linearen Struktur können Beziehungen zwischen verschiedenen Teilinhalten repräsentiert werden. Das bekannteste Hypertextsystem ist das World Wide Web, wobei die Inhalte über die sogenannte Hyper Text Markup Language (HTML) beschrieben werden.
- **Gruppeneditoren** unterstützen eine Gruppe bei der Erstellung und Bearbeitung von Dokumenten (Text und Grafik), wobei mehrere Personen zeitgleich am selben Dokument arbeiten können. Hinsichtlich der Unterstützung wird zwischen simultaner und sequentieller Bearbeitung unterschieden: Die sequentielle Bearbeitung wird beispielsweise in sogenannten Annotationssystemen unterstützt, die es erlauben, ein Dokument mit Bemerkungen zu versehen, ohne das eigentliche Dokument zu verändern. Simultane Editoren, wie z.B. Koautorensysteme, beinhalten zumindest elementare Koordinierungsfunktionalitäten. Bei asynchronen Editoren bearbeiten die Gruppenmitglieder ein Dokument zeitversetzt und werden jeweils zu Beginn einer Sitzung vom System über die bisher durchgeführten Änderungen informiert.
- **Spezielle Planungssysteme** im Umfeld von CSCW unterstützen die Ressourcen, Kapazitäts- und Terminplanung auf Ebene von Arbeitsgruppen und Teams. Das Zeit- und Aufgabenmanagement ermöglicht neben der Abstimmung von Terminen und der zeitlichen Projektplanung die Koordination der von den Gruppenmitgliedern zu bearbeitenden Aufgaben und der zur Verfügung stehenden Ressourcen.

Bezüglich einer weiterführenden Erläuterung kommerzieller Groupwareklassen sei auf [GrRu99] sowie [SRKM01] verwiesen.

Für das Anwendungsgebiet der Produktplanung haben sich zudem sogenannte PDM-Systeme etabliert. **Produktdatenmanagemenet Systeme** (PDM) [vgl. Geba00] sind technische Informa-

tionssysteme zur Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung von produkt- oder anlagenbeschreibenden Daten und Dokumenten im gesamten Produktlebenszyklus [VDI2219]. Die PDM-Funktionalität unterteilt sich in die Bereiche Produktdaten- und Dokumentenmanagement, Prozess- und Projektmanagement sowie Administration. Die Verwaltungsfunktionalität der Produktdaten und Dokumente bezieht sich im wesentlichen auf die technischen Teilestammdaten, die Produktstruktur, die Versionierung und Status- und Historienverwaltung, der Konfiguration, der Klassifikation und des Aufbaus von Sachmerkmalleisten, der Bibliothekenverwaltung, der Retrieval und Recherchefunktionalität, des Viewings und Redlinings sowie der Betriebsmittelverwaltung. Zu dem Bereich des Prozess- und Projektmanagements gehört das Freigabe- und Änderungswesen, das Workflowmanagement, der Dokumentenaustausch und die Dokumentenverteilung. Die Administration bezieht sich vor allem auf die Benutzerverwaltung, den Datenschutz, die Datensicherheit, der Datensicherung inklusive der Langzeitarchivierung und der verteilten Datenhaltung.

2.5.2.3 Bauspezifische Groupware-Systeme

Im Bereich des Bauwesens wurden in neuerer Zeit verschiedene branchenspezifische Groupware-Lösungen zur Unterstützung verteilter Projektabwicklungen entwickelt. Für diese webbasierten „virtuellen Projekträume“ [vgl. Müll99], die vorangig Funktionalitäten zur Unterstützung der Kommunikation sowie zum Informationsmanagement bereitstellen, haben sich die Begriffe **PKMS** (Projekt Kommunikations Systeme) sowie **IBPM** (Internetbasiertes Projektmagement Systeme) (siehe hierzu auch www.IBPM.de) etabliert [Resc02]. Die Bezeichnung „Projektmanagement System“ ist allerdings eher verwirrend, da diese Systeme kaum explizite Unterstützung für die Tätigkeiten des Projektmanagements (vgl. Abschnitt 2.1.2), wie z.B. die Abblaufkoordination, das Kosten- und Zeitcontrolling oder die Spezifikation von Zielen und Anforderungen bieten. Die meisten Anbieter von IBPM bzw. PKM-Lösungen treten als sogenannte "Application Service Provider“ auf, indem sie Ressourcen - bestehend aus Web-Server-basierter Software sowie Speicher - im Internet bereitstellen und diese monatsweise vermieten. Die bereitgestellten PKM-Funktionalitäten umfassen zumeist drei Bereiche:

- Basis dieser Systeme ist die Bereitstellung eines **zentralen Datenservers** mit entsprechenden Funktionalitäten zum **Dokumentenmanagement** im Sinne eines internetbasierten EDM-Systems (s.o) und integrierten rudimentären Workflow-Management-Funktionalitäten. Einige Systeme bieten als Ergänzung integrierte Viewer zur webbasierten Anzeige der zentral abgelegten Daten, wie z.B. von CAD-Plänen, an.
- Als weitere Funktionalitäten wird die **Verwaltung der Projektbeteiligten** ermöglicht.
- Ergänzt werden diese Systeme durch die Bereitstellung von **Kommunikationsmechanismen**, wie E-Mail-Funktionalitäten, webbasierte Diskussionsforen etc.

Im weiteren soll ein kurzer Überblick über die zur Zeit verfügbaren PKM-Systeme und die hierüber bereitgestellten Funktionalitäten gegeben werden [vgl. Resc02]. Als PKM-Systeme mit den genannten Funktionalitäten sind zunächst die Unternehmen Kopsis, AEC/communications sowie Conject zu nennen:

- AEC/communications aus Berlin (www.aeccom.de) bietet mit der „AEC/community“ ein speziell auf Projektkommunikation ausgerichtetes System an. Basis der Zusammenarbeit ist dabei nicht der gemeinsame Dokumentenpool, sondern die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten über das Netz. Das Einstellen eines neuen oder veränderten Dokuments ist zwingend mit einem Kommunikationsvorgang verbunden: Der Einstellende muss alle betroffenen Beteiligten darüber benachrichtigen.
- Die Kopsis GmbH (www.kopsos.de) präsentiert mit „ProjectSphere“ eine leistungsfähige und vollständig webbasierte Plattform für das Online-Management sämtlicher projektbezogener Daten. Neben einer strukturierten Verwaltung der Projektbeteiligten und der personenbezogenen Verwaltung von Rechten sind zudem rudimentäre Funktionalitäten zur Verwaltung von Projektaufgaben vorhanden.
- Das PKM-System von Conject (www.conject.com) unterstützt das internetbasierte Dokumentenmanagement und eine Beschreibung von Aufgabenstellungen. Anhand eines Rollenkonzeptes können verschiedene Sichten auf die Dokumentenstruktur erzeugt werden.

Einen erweiterten Systemumfang bieten sogenannte **Bauportale** an, wobei die PKM-Funktionalitäten um spezifische Funktionalitäten, z.B. zur Unterstützung des Ausschreibungs- und Vergabe und Abrechnungsprozesses (AVA) ergänzt werden. Zudem wird das sogenannte „E-Procurement“ [Resc02] der Baustoffe und Bauprodukte über die Web-Plattform abgewickelt. Folgende Unternehmen haben sich hierzu am Markt etabliert:

- Schwerpunkt von Baulogis (www.baulogis.com) sind der Baustoffmarkt und der Ausschreibungsbereich. Zur Gewährleistung der projektinternen Kommuniaktion wird das PKM-System von AEC/communications aufgesetzt.
- Bricsnet (www.bricsnet.com) bietet als CAD-Hersteller das PKM-System ProjectCenter an, das durch einen Produktkatalogs von AIS (ProductCenter) ergänzt wird.
- Das Bauportal von BuildOnline (www.buildonline.com) stellt eine zentrale Internetanwendung dar, die vier Module integriert: „ProjectsOnline“ als PKM-System, “TenderOnline“ zur Unterstützung von Ausschreibungen, „TradeOnline“ für das E-Procurement von Baustoffen sowie „SuppliersOnline“ als Lieferantendatenbank.

MyBau (www.mybau.com) ist ein Zusammenschluss der Nemetschek AG, Bilfinger und Berger (bisher www.congate.de) sowie Strabag. Schwerpunkte sind neben der Bereitstellung von PKMS-Funktionalitäten die Unterstützung von Ausschreibungen und der Baustoffhandel.

3 Lösungsansatz und weiterführende Anforderungen

Aufbauend auf den in Kapitel 1.2 beschriebenen Zielsetzungen und bezugnehmend auf die im vorhergehenden Kapitel erläuterten Grundlagen wird im folgenden Abschnitt die Herangehensweise zur Problemlösung und ein hieraus abgeleiteter Lösungsansatz vorgestellt. Durch die Formulierung von konkreten Anforderungen an die darauf aufbauenden Konzepte und Hilfsmittel kann der gewählte Lösungsweg hinsichtlich seiner Zielführung weiter fokussiert werden.

Herangehensweise zur Problemlösung

Um die Frage zu beantworten, wie integrierte und kooperative Prozesse bei der Entwicklung komplexer Unikate unterstützt werden können, sind zunächst die verschiedenen Aspekte der Bauplanung zu analysieren und im Sinne eines integrierten Gesamtkonzeptes zueinander in Beziehung zu setzen.

Dabei stehen folgende Problemstellungen im Zentrum des Interesse:

- Welches sind die relevanten Aspekte der Entwicklung komplexer Unikate?
- Welche Elemente braucht man zur Abbildung und Handhabung solcher Prozesse?
  - Wie sind diese Elemente aufgebaut (Struktur)? Welche Wechselwirkungen bestehen?
  - Welche Methoden und Regeln benötigt man zu deren Erstellung und Handhabung im Planungsprozess?
- Wie kann man den Projektbeteiligten entsprechende Hilfestellung bei der integralen und kooperativen Projektdurchführung geben?
- Welche Hilfsmittel und Werkzeuge braucht man zur effizienten Unterstützung einer integralen Planung bzw. eines hierauf abgestimmten Managementkonzeptes?
  - Welche assistierenden Werkzeuge sind notwendig?
  - Wie müssen diese Werkzeuge beschaffen sein?
- Wie können die erarbeiteten Konzepte und Methoden umgesetzt werden?

Die Auseinandersetzung mit diesen Fragen resultiert in dem im weiteren beschriebenen Lösungsansatz.

3.1 Lösungsansatz

Der gewählte Lösungsansatz besteht in der Entwicklung eines Projektmodells, das die verschiedenen Bereiche der Planung und des Managements abbildet und Methoden zu deren Unterstützung bereithält. Basierend auf einer systemtechnischen Betrachtung werden hierzu die verschiedenen Aspekte der Projektplanung und Durchführung identifiziert, als Partialmodelle entsprechend ausgearbeitet und unter Berücksichtigung ihrer Wechselwirkungen in das Gesamtmodell integriert. Diese Entwicklung und Integration verschiedener vernetzter Teilsysteme ermöglicht eine sichtenorientierte Beschreibung eines Projektes und der darin stattfindenden Planungs- und Koordinationsprozesse. Die Partialmodelle stellen somit Entwurfsbereiche dar, die relativ unabhängig voneinander bearbeitet werden können und trotzdem die Integrität des Gesamtmodells gewährleisten. Die Entwicklung einer konsistenten integrierenden Gesamtstruktur unterstützt die Aufdeckung von Wechselwirkungen sowie die Einbindung der verschiedenen Planungs- und Managementaspekte und vermeidet eine isolierte Betrachtung der verschiedenen Teilbereiche. Das Projektmodell stellt somit eine Art „Baukasten“ dar, der die zur Koordination und kooperativen Durchführung eines Projektes notwendigen Elemente und deren Strukturen sowie Regeln über das Zusammenwirken dieser Elemente enthält.

Für jedes Partialmodell werden die zur Abbildung integrierter Entwicklungsprojekte notwendigen Elemente spezifiziert und der Modellaufbau sowie die Struktur aufbauend auf einer Analyse der bestehenden Wechselwirkungen erarbeitet. Zudem werden Methoden zur Modellierung der Elemente und zu ihrer Handhabung im kooperativen Projektkontext bereitgestellt. Durch die Entwicklung hierauf aufbauender assistierender Werkzeuge kann explizite Hilfestellung bei der Bewerkstelligung einer kooperativen Planung gegeben werden. Zur Unterstützung eines integralen Vorgehens werden für jedes Teilmodell Vorgehensmodelle erarbeitet, welche die Entwicklung und Handhabung der Modellelemente im Planungsverlauf erläutern und die Projektbeteiligten methodisch unterstützt durch den Planungs- und Managementprozess führen. Eine gewisse Formalisierung und Standardisierung dieser Managementtätigkeiten stellt dabei einen wichtigen Punkt im Sinne des Qualitätsmanagements dar.

Das Projektmodell beschreibt somit als eine Art „Maschinerie zur Abbildung und Bewerkstelligung eines integralen Vorgehens“ die Art und Weise des Aufbaus eines Projektes sowie die notwendigen Mechanismen zur Unterstützung und die Handhabung der Elemente bei der Projektdurchführung.

Umsetzung als internetbasierte Projektumgebung

Ziel dieser Arbeit ist, wie zuvor beschrieben, die Entwicklung von Methoden und Hilfsmitteln zur Unterstützung einer kooperativen Projektdurchführung im Sinne einer integrierten Planung. Das Projektmodell beschreibt hierzu die konzeptionellen Grundlagen und Methoden. Eine effiziente Unterstützung erfordert darauf aufbauend die Entwicklung eines assistierenden kooperativen

Werkzeuges, welches die Anwendung der im Modell beschriebenen Methoden unter Einbeziehung moderner Informationstechnologie fördert und erleichtert. Die im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnde Projektumgebung soll daher als integriertes System die verschiedenen verteilten Projektpartner unter Aufhebung der räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen einbinden und vernetzen.

Im Rahmen verschiedener Anwendungsprojekte wurde deutlich [Both04a], dass die Bereitstellung einer Kommunikationsplattform eine wichtige Basis zur Unterstützung räumlich verteilter Zusammenarbeit im Sinne einer horizontalen Integration darstellt. Um eine adäquate Unterstützung der räumlich verteilten Zusammenarbeit gewährleisten zu können, wird ein webbasierter Client-Server Ansatz gewählt, der den Beteiligten ohne großen technischen Aufwand und ohne die Erwerbung teurer Software-Komponenten plattformunabhängig einen einfachen und benutzerfreundlichen Zugang zur Projektumgebung über einen handelsüblichen WWW-Browser gewährleistet. Die Entwicklung einer Kommunikationsplattform mit entsprechenden Groupware-Funktionalitäten dient dabei als Basis, auf der die Elemente und Strukturen des Modells abgebildet und die entwickelten Methoden durch die Implementierung entsprechender Funktionalitäten umgesetzt werden können. Dabei wird ein modular strukturierter Aufbau des Prototypen gewählt, der eine Bündelung der Elemente und Funktionalitäten in Analogie zu den zu entwickelnden Teilmodellen ermöglicht.

3.2 Anforderungen an den Lösungsansatz

Bei der Konzeption des beschriebenen Projektmodells und dessen Umsetzung stehen verschiedene Punkte im Zentrum des Interesses, die als weiterführende Anforderungen an den Lösungsansatz formuliert werden können:

Ansatzpunkt Systemintegration und Modellbildung

- Vernetzung und Integration der verschiedenen Teilmodelle bzw. Elemente basierend auf systemtechnischen Ansätzen
- Entwicklung eines Formalismus zu Abbildung des Modells und der darin enthaltenen Elemente und ihrer Struktur

Ansatzpunkt Prozessqualität

- Unterstützung bei der Koordination der Planungstätigkeiten durch eine explizite Abbildung der Prozesse und die Schaffung eines koordinierenden, aber dennoch flexiblen Rahmens für die verteilt stattfindenden Planungs- und Managementprozesse
- Förderung eines planungsmethodischen Vorgehens durch die Entwicklung entsprechender Vorgehensmodelle (für die Objektplanung und das Projektmanagement) und prozessbegleitende Bereitstellung methodischer Hilfsmittel

- Förderung interdisziplinärer kooperativer Zusammenarbeit durch teamorientierte Organisationsstrukturen und partizipative Managementstrategien sowie die explizite Verankerung der Managementzuständigkeiten und Verantwortungsbereiche im Modell
- Unterstützung der räumlich verteilten Zusammenarbeit durch Entwicklung von Konzepten und Hilfsmitteln zur Kommunikationsunterstützung und zum Informationsmanagement

Ansatzpunkt Produktqualität

- Förderung eines zielorientierten Planungsvorgehen im Sinne eines ziel- und anforderungsorientierten Regelmechanismus
- Entwicklung von Methoden zur Qualitätssicherung
- Erarbeitung von Konzepten zur Aufdeckung und Handhabung inhaltlicher Wechselwirkungen
- Entwicklung von Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation der Problemlösungsprozesse als Grundlage des Zielkonfliktmanagements

Auf die genannten Punkte wird im weiteren kurz eingegangen.

3.2.1.1 Ansatzpunkt Systemintegration und Modellbildung

Wichtige Aspekte der Modellbildung sind die Systemintegration sowie die Entwicklung eines Formalismus zur Beschreibung und Abbildung der Modellelemente und Strukturen.

Integrierter systemtechnischer Ansatz

Eine primäre Anforderung an die Entwicklung von Konzepten zur Unterstützung kooperativer Produktentwicklungen ist die Abkehr von einem kausal-analytischen linearen Denken [vgl. Müll99, Wieg95], dessen Kennzeichen eine Zerlegung und Separation von Abläufen in einzelne, überschaubare und verifizierbare Einzelprozesse und deren Vergabe an isoliert agierende organisatorische Einheiten darstellt. Basierend auf den Konzepten der „Wissenschaftlichen Betriebsführung“ von F.W. Taylor [vgl. Forg99, Burc02] treten die inhaltlichen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Bereichen zugunsten einer effizienten Abwicklung in den Hintergrund. Die konzeptionellen und arbeitspsychologischen Nachteile eines solchen Ansatzes zur Produktentwicklung sind inzwischen bekannt und wissenschaftlich wie empirisch bestätigt [Sayn97, Müll99].

Ausgangspunkt der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Konzepte soll stattdessen die Anwendung einer ganzheitlich-systemischen Denkweise sein, welche Projekte und Organisationen als komplexe soziale Systeme versteht [Ropo75]. Hierbei wird versucht, die Komplexität und die damit verbundenen Koordinations- und Anpassungsprobleme durch eine Funktionsspezialisierung relativ autonomer aber vernetzter Subsysteme zu gewährleisten. Anders als bei der partiellen Optimierung einzelner Schritte des Wertschöpfungsprozesses (Taylorismus) sollen bisher getrennt betrachtete Bereiche in Hinblick auf die Gesamtzielsetzung ganzheitlich optimiert wer-

den. Den im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnden Konzepten soll daher eine systemtechnische Betrachtungsweise zugrunde gelegt werden. Dabei wird der Systemansatz auf die verschiedenen Aspekte und Bereiche der Projektdurchführung angewandt. Folgende Punkte sind dabei zu beachten:

- Ganzheitliche Betrachtungsweise im Sinne der Projektziele bzw. aus der Sicht des übergeordneten Systems
- Abgrenzung des Projektinhaltes vom Projektumfeld: Problemdefinition, Festlegung der Elemente und Subsysteme, Klarstellung der Einflussfaktoren und Zielfaktoren bzw. Auswirkungen, die das Projekt auf das Umfeld und andere Systeme (wie z.B Nutzer oder Bauherr) hat und umgekehrt
- Festlegung der erforderlichen flankierenden Maßnahmen zur Unterstützung bzw. Absicherung der Zielerfüllung und Abstimmung mit den identifizierten Umgebungssystemen
- Projektstrukturierung bzw. Gliederung des Problemlösungsprozesses sowohl aus der Sicht des Planungsvorgehens wie auch in Bezug auf die Planungsinhalte

Zur Kopplung der einzelnen Teilsysteme soll eine integrierende Gesamtstruktur entwickelt werden. Dabei sollen Strukturierungsprinzipien erarbeitet werden, die eine projekt- und somit problemspezifische Vernetzung der Teilsysteme und enthaltenen Elemente unter Beachtung der vorhandenen Wechselwirkungen ermöglichen.

Entwicklung eines Formalismus zur Abbildung der Elemente und Strukturen

Um eine Abbildung der beschriebenen Konzepte in informationslogistische Strukturen und darauf aufbauend die Umsetzung in einen Softwareprototypen gewährleisten zu können, muss zur Modellbildung ein Formalismus zur Beschreibung des Projektmodells, seiner verschiedenen Elemente und ihrer Verknüpfungen erarbeitet werden. Die Modellelemente sollen dabei so beschreibbar sein, dass eine Spezifikation der Inhalte und des Erstellungskontextes ermöglicht wird und dass Informationen zu deren Handhabung im Projektverlauf bereitgestellt werden können. Zudem soll die Beschreibung der Modellstruktur durch die Abbildung von Objektverknüpfungen ermöglicht werden. Hierbei sollen sowohl die Aufbaustruktur der Elemente im Rahmen der Projektkoordination (vgl. Überführungs-Hierarchien, Mittel-Zweckbeziehungen) als auch die inhaltliche Beeinflussung im Planungskontext (z.B. durch Zielkonflikte) berücksichtigt werden. Die Struktur soll dabei die Abbildung von Hierarchien und nichthierarchischen Netzstrukturen sowie von gerichteten und ungerichteten Relationen zulassen. Die Informationsstruktur soll zudem zur Gewährleistung der Modellintegration eine Kopplung der bestehenden Teilmodelle bzw. Informationsobjekte des Projektmodells erlauben.

Die zentrale Frage bei der Formalisierung von kreativen Planungs- und Managementprozessen „Wie kann man diese Prozesse möglichst umfassend unterstützen ohne einzuschränken?“ erfordert Überlegungen hinsichtlich des Granularitätsgrades bzw. der Detaillierungstiefe der abzubildenden Prozesse. Viele Architekten halten diesbezüglich an dem Grundsatz fest, Planen und Entwerfen sei ein rein intuitiver Vorgang und sei in keiner Weise formalisierbar. Dieser Rückzug auf eine „kreativen Wolke“ verhindert jedoch auch die Möglichkeit zur Unterstützung.

So unbestreitbar das Vorhandensein kaum formalisierbarer kreativer Teilprozesse des architektonischen Entwurfes - gerade zu Beginn des Projektes - auch ist, so scheint die Tätigkeit des Architekten in ihrer Gesamtheit doch stärker formalisierbar zu sein als bisher praktiziert. Auf der anderen Seite erwiesen sich jedoch nach Papamichael und Protzen [PaPr93] auch Ansätze, die versuchen, die Planung als rein rationalen Prozess vollständig zu formalisieren und hierauf aufbauend zu automatisieren [Ritt72], als nicht zielführend.

Die Anforderung bei der Handhabung von unstrukturierten und zum Teil unscharfen Informationen soll daher sein, durch die Anwendung geeigneter Ansätze den Formalisierungs- und Strukturierungsgrad der Informationen und damit die Abbildbarkeit und Transparenz bezüglich der Zusammenhänge des Projektes zu erhöhen, aber dennoch genügend Freiraum und Flexibilität zu bieten, um eine Anpassung an die Spezifika des Projektes und ein flexibles Reagieren auf Planungssituationen aus dem aktuellen Planungskontext heraus zu ermöglichen.

3.2.1.2 Ansatzpunkt Prozessqualität

Zur Verbesserung der Prozessqualität soll eine explizite Abbildung und Koordination des Planungsprozesses sowie die Bereitstellung assistierender Vorgehensmodelle erfolgen. Einen weiteren Punkt stellt die Konzeption einer an den Planungsprozess orientierten, modularen Organisationsstruktur dar, die eine flexible phasenorientierte Reorganisation aus dem aktuellen Planungskontext heraus ermöglicht und die in Verbindung mit einer partizipativen Managementstrategie die Kompetenzen und das Wissen der Projektbeteiligten in der Prozess einbindet. Die Nutzung dieses Wissens und sonstiger planungsrelevanter Informationen soll durch die Bereitstellung von Mechanismen zur Koordination der Informations- und Kommunikationsflüsse unterstützt werden.

Explizite Abbildung und Unterstützung des Planungsprozesses

Ein effektives, effizientes und abgestimmtes Vorgehen bei der Planung setzt das Vorhandensein entsprechender methodischer Kompetenzen voraus. Wie Erfahrungen aus den am Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) durchgeführten Anwendungsprojekten zeigen [BoSc00], verfügen in der Praxis bisher nur wenige Planer und Bauherren über entsprechende methodische Kompetenzen zur Bewerkstelligung einer ganzheitlichen Planung. Ist kein qualifizierter Projektmoderator vorhanden, verfallen die Beteiligten sehr schnell in ihre isolierte Betrachtungs- und Vorgehensweise. Daher scheint es notwendig, das Planungsvorgehen durch die Bereitstellung eines methodischen Vorgehensmodells im Sinne eines assistierenden Leitfadens zu fördern.

Die Planung und Durchführung von Projekten stellt bezüglich des Vorgehens die Projektbeteiligten vor eine doppelte Aufgabe [AgBa92]:

- Im Rahmen der **Objektplanung** ist das zu planende Objekt unter Zuhilfenahme geeigneter Methoden und Techniken optimal zu gestalten.

- Die Projektplanung stellt die Erarbeitung eines hierfür geeigneten koordinierenden Planungsrahmens (**Projektmanagement**) dar, bestehend aus Methoden, Hilfsmitteln und Organisationsformen.

Bei der Erarbeitung des Vorgehensmodells soll daher sowohl der Bereich der Objektplanung als auch das Vorgehen beim Projektmanagement berücksichtigt und über ein entsprechendes Phasenmodell zueinander in Beziehung gesetzt werden. Die Kopplung von Planungs- und Managementvorgehen zu einer ganzheitlichen **Kooperationsmethodik** stellt hierbei einen wichtigen Aspekt dar.

Hierzu soll ein übergeordnetes Vorgehensmodell zur Verfügung gestellt werden, welches grobe Arbeitsschritte zum methodischen Vorgehen beim Entwickeln bzw. dem Entwurf von Unikaten aufzeigt. Dabei soll auf Seiten der eigentlichen Objektplanung ein grober Vorgehensrahmen geschaffen werden, welcher die Anwendung einer entsprechenden Planungs- und Entwicklungsmethodik fördert.

Explizite Abbildung des Planungsprozesses

Die Umsetzung des beschriebenen methodischen Vorgehensmodells macht eine explizite Abbildung der Planungs- und Managementprozesse notwendig. Der in den bisherigen Arbeiten des ifib verfolgte Ansatz der impliziten Unterstützung des Planungsprozesses durch die alleinige Schaffung eines entsprechenden organisatorischen und kommunikationstechnischen Rahmens [vgl. Mül99, Forg99] reicht aus Sicht der Autorin nicht aus. Um ein unkoordiniertes und somit auch inhaltlich unzureichend abgestimmtes Vorgehen zu verhindern, muss gerade bei verteilt stattfindenden Planungsprozessen eine ausreichende Unterstützung zur Koordination dieser Planungsprozesse geboten werden. Auch die Erfahrungen in den am Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) durchgeführten Anwendungsprojekten [BoSc00 sowie Both04a] haben gezeigt, dass die explizite Abbildung eines zielorientierten Planungsprozesses einen Schlüsselfaktor darstellt. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Konzept ist somit eine Erweiterung der bisher am ifib verfolgten organisatorischen Ansätze.

Kreative Planungs- und Managementprozesse weisen allerdings eine hohe Dynamik und Unschärfe auf, was die Anwendung rein prozeduraler, auf starker Formalisierung und Standardisierung beruhender Ansätze, wie das Workflowmanagement [Vers97 sowie Jabl95] nicht sinnvoll erscheinen lässt [Prin98]. Anforderung an die Konzeption eines Prozessmodells ist daher die **Abbildung und flexible Koordination kooperativer, nur schwer formalisierbarer, verteilter Planungs- und Managementprozesse**, wie sie gerade in frühen Projektphasen verstärkt stattfinden. Wichtig ist dabei zudem die Berücksichtigung des hohen Grades an Dynamik bei Entwicklungsprojekten. Daher ist eine für dynamische Entwicklungen in verteilten netzwerkartigen Kooperationsstrukturen möglichst offene Form der Prozessunterstützung als koordinierendes Instrument zu entwickeln.

Komplexe Problemstellungen, wie die Planung innovativer Unikate, erfordern einen mehrstufigen Problemlösungszyklus, bei dem die Optimierung zunächst auf konzeptioneller Ebene erfolgt. Detailaspekte werden erst aufbauend auf diesen erarbeiteten Konzepten im weiteren Planungsverlauf behandelt. Dieses systemorientierte Vorgehen zur Problemlösung setzt einen

phasenorientierten Ansatz zur Modellierung des Planungsprozesses voraus. Durch die Bildung von Projektphasen sollen konzeptbestimmende Planungsschritte, welche vorwiegend aus lösungsneutralen Überlegungen bestehen und operative Arbeitsschritte, welche weitestgehend lösungsgebunden sind, zeitlich voneinander getrennt werden. Dies soll als eine Art „evolutionäre Strukturbildung“ eine phasenbezogene Konkretisierung des Planungsgegenstandes unterstützen, wobei eine schrittweise planungsmethodische Überführung „vom Abstrakten zum Konkreten“ [Rude98 sowie AgBa92] ermöglicht werden soll.

Um eine Erfassung der Dynamik auch im Rahmen des Projektmanagements gewährleisten zu können, soll die strategische Planung des Projektes nicht – wie zumeist praktiziert – vollständig zu Beginn des Projektes stattfinden. Denn dies kann zu einer verfrühten Festlegung auf starre Lösungsmuster [Both03a] führen, da man gerade zu Beginn des Projektes noch gar nicht über eine ausreichende Informations- und Wissensbasis verfügt. Eine weitere Anforderung an die Entwicklung des Prozessmodells ist es somit, ein **phasenbezogenes Vorgehen zur Projektplanung** zu unterstützen, um Freiraum für flexible Regelungsvorgänge im Projektverlauf zu schaffen. Die einzelnen Projektphasen mit ihren Bereichen sollen dabei so konzipiert werden, dass statt einer rein sequentiellen Vorgehensweise eine Durchführung von entscheidungsorientierten Iterationszyklen als ein sinnvolles Mittel der Optimierung ermöglicht wird. Ein solches iteratives Planungsvorgehen soll durch die Konzeption eines entscheidungsbasierten Phasenmodells ermöglicht werden, welches zudem eine Kopplung von Prozessen zum Projektmanagement und Prozessen der eigentlichen Objektplanung gewährleistet.

Die bei der Konzeption des Prozessmodells berücksichtigten weiterführenden Anforderungen werden in Kapitel 4.5.2 beschrieben.

Teamorientierte Organisationsstruktur und Managementstrategie

Projekte und Organisationen können als komplexe soziale Systeme verstanden werden [Ropo75 sowie Sayn97], deren Management, gerade im verteilten Kontext, hohe Anforderungen stellt. In der Managementlehre besteht Einverständnis darüber [vgl. Brin98, KrSc94, Lass92, Müll99], dass einer der Grundgedanken eines effizienten prozessorientierten Managements die Schaffung kundenorientierter Strukturen durch die Nutzung flexibler Gruppenarbeit darstellt. Dies setzt eine Veränderung bestehender, meist auf starren autoritären Prinzipien beruhender Führungsstrukturen voraus. Einen wichtigen Ansatzpunkt stellt so die Konzeption einer am Planungsprozess orientierten, **modularen Organisationsstruktur** dar, die eine flexible phasenorientierte Reorganisation des Projektes in aufgabenbezogene Teams ermöglicht. Diese kann Verbindung mit einer **partizipativen Managementstrategie** in effektiver Weise die Kompetenzen und das Wissen der Projektbeteiligten einbinden.

Die Projektkoordination soll hierbei im Sinne einer kontrollierten Autonomie erfolgen, wobei die Selbstorganisation der beteiligten Teams der strategischen und inhaltlichen Ausrichtung des Gesamtprojektes unterzuordnen ist. Entsprechend dem **Ansatz einer koordinierten Selbstorganisation** [Jeu94] soll die mit vielen arbeitspsychologischen Nachteilen verbundene Fremdorganisation des traditionellen Projektmanagements durch ein partizipatives Management ersetzt werden. Eine Projektsteuerung ist dabei soweit wie möglich auf das Setzen von

Randbedingungen zu beschränken, um das eigenverantwortliche Verhalten der Projektteams zu fördern. Hierbei ist es allerdings, wie die durchgeführten Praxisprojekte zeigten, notwendig, eine klare Regelung bezüglich der Zuständigkeiten und Verantwortungsbereiche im Bereich des Teammanagements zu schaffen. Die Aufgaben des Projektmanagements sollen hierzu analysiert und mittels **organisatorischer Rollen** explizit im Modell verankert werden. Neben klassischen Managementtätigkeiten zum Zeit- und Kostenmanagement soll zur Gewährleistung einer entsprechenden Produktqualität speziell auch der Bereich der inhaltlichen Koordination und Qualitätssicherung als organisatorische Rolle mit definiertem Verantwortungsbereich ausgearbeitet werden.

Die weiterführenden Anforderungen an die zu erarbeitende Organisationsstruktur und den Managementansatz werden zu Beginn des Kapitels 1.1 (Modell zur Aufbauorganisation des Projektes) erläutert.

Koordination der Kommunikations- und Informationsflüsse

Betrachtet man die Planung als einen hauptsächlich informationsverarbeitenden Prozess, so stellen Informationen aus systemtechnischer Sicht eine der grundlegenden Systemgrößen des Projektes dar. Ihre effiziente Handhabung zur Generierung von Planungslösungen soll daher durch die Bereitstellung entsprechender informationslogistischer Strukturen unterstützt werden. Die Schaffung eines kooperativen Planungsrahmens durch kommunikationsunterstützende und informationslogistische Strukturen soll neben der reinen Bereitstellung einer **strukturierten Informationsbasis** auch Unterstützung hinsichtlich offener und flexibler **Zugriffs- und Verteilungsmechanismen** zur Koordination der Informationsflüsse gewährleisten. Ergänzend sollen zudem Funktionalitäten zur **Unterstützung expliziter, situativer Kommunikation** bereitgestellt werden. So können die Teammitglieder während der Aufgabenbearbeitung zur spontanen inhaltlichen Abstimmung der Problemstellungen angeregt und die inhaltliche Synchronisation verbessert werden. Das Informations- und Kommunikationskonzept soll dabei als prozessbegleitendes Informationsmanagement ausgearbeitet werden, um einen effizienten Zugriff auf problemrelevante Informationen aus dem aktuellen Planungsprozess heraus zu ermöglichen. Die detaillierten Anforderungen an diese Informations- und Kommunikationsbasis erfolgt in Kapitel 4.6.1.

3.2.2 Ansatzpunkt Produktqualität

Eine Verbesserung der Produktqualität soll durch Maßnahmen zur Qualitätssicherung sowie durch die Entwicklung von Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation erreicht werden.

Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Die in hohem Maße gestiegenen Anforderungen an den Planungsgegenstand machen eine konsequente Weiterentwicklung des Planungsprozesses hin zu einer anforderungsorientierten Vorgehensweise erforderlich. Eine detaillierte Erfassung von Zielen und Anforderungen, ihre Einbindung in ein Zielsystem, das auch die Anforderungen des übergeordneten Systems (z.B.

energetische und ökologische Aspekte) berücksichtigt, stellt somit eine entscheidende Grundlage integraler Planungsarbeit dar. Die Zielplanung hat dabei die Aufgabe, Ideen und Lösungen, die sich aus der Planung ergeben, auf die funktionale Eignung, wirtschaftliche und ökologische Machbarkeit und nicht zuletzt auf Akzeptanz zu prüfen.

Ohne die umfassende Klärung des Bedarfs des Bauherren und die Entwicklung von Planungszielen ist keine qualitativ hochwertige Planung im Sinne einer integralen Vorgehensweise realisierbar. Umso auffallender ist es, dass die Zielplanung gerade im Baubereich nur ansatzweise oder intuitiv und nur in wenigen Fällen gezielt und strukturiert eingesetzt wird, wo doch gerade hier durch die hohe Dynamik und Komplexität der Bauvorhaben diesem Aspekt eine sehr hohe Bedeutung zukommen müsste [Kuch97a]. Wie in der Literatur dargelegt [Geba00, Eile98, AnEr99 und SiWB02], führt eine mangelnde Erfassung und Festschreibung von Zielen des Auftraggebers und Anforderungen sowohl zu mangelnder Planungseffizienz als auch zu mangelhafter Lösungsqualität. Auch Erfahrungen in den genannten Anwendungsprojekten [BoSc00 sowie Both04a] zeigten, dass ein Fehlen von expliziten Konzepten und Hilfsmitteln zur Qualitätssicherung zu Defiziten hinsichtlich eines ziel- und anforderungsorientierten Vorgehens und damit zu Problemen hinsichtlich der Produktqualität führen kann. Eine planungsbegleitende Qualitätssicherung soll durch folgende Punkte realisiert werden:

- Konzeption eines strukturierten Ziel- und Anforderungssystems
- Unterstützung einer partizipativen Zielplanung
- Unterstützung bei der Beurteilung der Planungsergebnisse aus der Sicht der Zielerfüllung
- Bereitstellung von Mechanismen zum Zielkonfliktmanagement

Um die zur Lösung von komplexen Problemstellungen der Unikatentwicklung notwendige Anwendung integraler Planungsansätze zu unterstützen, soll die Erarbeitung eines **ganzheitlichen, strukturierten Ziel- und Anforderungssystems** als eine Art „planungsbegleitendes Pflichtenheft“ ermöglicht werden, das eine möglichst vollständige Erfassung und Abbildung aller relevanten Zielaspekte gewährleistet und diese unter Berücksichtigung ihrer inhaltlichen bzw. thematischen Wechselwirkungen und ihrer Planungsrelevanz im Sinne eines integrativen Ansatzes vernetzt. Da Zielsetzungen zu Projektbeginn meist nur sehr unscharf beschrieben werden können und sich erst im weiteren Planungsverlauf konkretisieren lassen, soll das Zielsystem entsprechend dem jeweiligen Planungsstand auf unterschiedlichen Konkretisierungsniveaus beschreibbar sein, um die projektbegleitend stattfindende Detaillierung und Anpassung berücksichtigen und handhaben zu können.

Zur Gewährleistung einer ganzheitlichen Vorgehensweise ist es notwendig, alle für das Projekt relevanten Aspekte aufzudecken und in den Zielfindungsprozess einzubringen. Hierzu bedarf es der Integration sehr vielseitigen Wissens und zudem der Berücksichtigung der unterschiedlichen Blickwinkel und Wertesysteme aller Betroffenen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist deshalb die **methodischen Unterstützung eines partizipativen Vorgehens bei der Zielplanung**, welches alle betroffenen Gruppen und Bereiche in den Zielfindungsprozess einbindet. Die Erarbeitung von Zielen stellt ein komplexes und schwieriges Aufgabenfeld dar. Sie stellt hohe Anforderungen hinsichtlich fachlicher und methodischer Kompetenz. Aufgrund der traditionellen Ausbil-

dung herrscht bei Planern und sonstigen Beteiligten zumeist ein Kenntnismangel hinsichtlich des methodischen Vorgehens zur Zielerarbeitung und Handhabung [Both04a, Kuch97b]. Um sich entsprechend in den partizipativen Zielfindungsprozess einbringen zu können, sollen die Planungsbeteiligten daher über die formalen Grundlagen hinaus methodisch durch einen „Zielplanungspiloten“ unterstützt werden, der die Beteiligten als eine Art assistierender Leitfaden unter Bereitstellung der notwendigen Methoden durch den Prozess der Zielplanung führt.

Der Verlauf der Objektplanung ist geprägt durch eine Vielzahl an Auswahl-, Bewertungs- und Entscheidungsprozessen. Wenn diese rational begründet sein sollen, so müssen sie sich an einer bestimmten Zielsetzung orientieren. Eine wichtige Aufgabe der Planung ist somit die bestmögliche Erfüllung des vorgegebenen Zielsystems. Hierzu ist eine **Beurteilung der Planungslösungen** und eine hierauf aufbauende Entscheidung hinsichtlich des weiteren Planungsvorgehens aus der Sicht der Zielerfüllung unerlässlich. Mittels der Durchführung solcher Bewertungs- und Entscheidungsprozesse soll daher der Planungsprozess im Sinne eines anforderungsorientierten Regelmechanismus gelenkt werden. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Unterstützung einer anforderungsorientierten Rückkopplung von Ergebnissen aus der Planung mit Hilfe von Bewertungsmethoden und Werkzeugen. Bewertung bedeutet dabei die Gegenüberstellung des Planungsobjektes im Ist- und Sollzustand. Die Sollvorgaben liefert das Ziel- und Anforderungssystem. Die festgelegten Teilziele und die ihnen zugeordneten Anforderungen dienen somit als Kriterien für die Beurteilung der Zielerfüllung. Anhand einer Zuordnung von Validierungswerkzeugen und Methoden wird eine Beschreibung des aktuellen Planungsergebnisses (Ist-Wert) in bewertbarer bzw. normierter Form ermöglicht, so dass eine effiziente Beurteilung der Ergebnisse anhand der vorgegebenen Bewertungskriterien stattfinden kann.

Das Aufdecken bestehender inhaltlicher Konflikte während dieser Bewertungsprozesse wie auch während der eigentlichen Aufgabenbearbeitung sowie die Handhabung dieser Konflikte soll durch Konzepte und Mechanismen zum **Zielkonfliktmanagement** unterstützt werden. Die weiterführende Erläuterung der detaillierten Anforderungen zur Erarbeitung des Ziel- und Aufgabensystems erfolgt aus Übersichtlichkeitsgründen in Kapitel 4.3.2

Inhaltliche Synchronisation der verteilt stattfindenden Planungsprozesse

Als großes Problem verteilt stattfindender Kooperationen ist, wie in den am ifib durchgeführten Anwendungsprojekten deutlich wurde [BoSc00], das Fehlen einer ausreichenden inhaltlichen Synchronisation zu nennen, sowie ein den komplexen Problemstellungen oft nicht entsprechender Umgang mit inhaltlichen Wechselwirkungen. Dies hat eine isolierte Betrachtung und Bearbeitung der verschiedenen, zumeist verteilt stattfinden Planungsprozesse zur Folge und resultiert in vielen Fällen in einer Ansammlung einzeln optimierter Teillösungen, die, führt man sie erst am Ende der Planung zusammen, ein oft nicht optimales Gesamtergebnis ergeben. Bei virtuellen temporären Projektverbünden tritt diese Problematik wesentlich verschärfter auf als im unternehmensinternen Kontext.

Aus systemtechnischer Sicht stellt die **Vernetzung und Strukturbildung** einen wesentlichen Bestandteil der Systembildung und somit die Grundlage der Systemintegration dar. Zur Beschreibung des Projektaufbaus wird mit dem Projektmodell neben der Spezifikation des Sys-

teminhaltes anhand der genannten Elemente auch deren Beziehungen und Zusammenwirken beschrieben. Der Aufbau des Projektsystems (vgl. auch Abschnitt 4.1.3) wird dabei bezugnehmend auf DIN 69901 **Projektmanagement** [DIN 69901] spezifiziert über die aufbaulogischen Strukturen der Projektorganisation und des Ziel- und Aufgabensystems sowie über die ablauflogischen Strukturen des Prozessmodells. Zur Gewährleistung einer ausreichenden inhaltlichen Abstimmung und Synchronisation im Sinne der Integralen Planung reicht die alleinige Abbildung der Aufbau- und Ablaufstruktur anhand dieser Modellstrukturen aus Sicht der Autorin allerdings nicht aus. Die inhaltlichen bzw. thematischen Wechselwirkungen der Problemstellungen sind aus diesen Strukturen nur begrenzt ablesbar, so dass die zu einer horizontalen Integration [Forg99] notwendige inhaltliche Synchronisation schwer zu bewerkstelligen ist.

Der genannte integrierte Ansatz erfordert die Ergänzung des Projektmodells um eine weitere strukturelle Ebene. Diese dient dazu, die inhaltlichen Wechselwirkungen der verteilt stattfinden Planungsprozesse besser erfassen und handhaben zu können. Zur Gewährleistung einer inhaltlichen Synchronisation und Integration wird die Spezifikation einer Struktur notwendig, welche den thematischen Kontext der Planung beschreibt. Eine hieraus aufbauende Analyse und Aufbereitung der bestehenden inhaltlichen bzw. thematischen Wechselwirkungen sowie eine hierauf bezug nehmende Abstimmung und Synthese der einzelnen Problemstellungen sind dabei als fortwährender Prozess in den Planungsablauf einzubinden. Hierzu sind Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation zu erarbeiten, die

- ein Aufdecken und Handhaben von inhaltlichen bzw. thematischen Wechselwirkungen unterstützen,
- die inhaltliche Einbettung von Teilmaßnahmen in den Gesamtkontext erlauben und
- als Grundlage zum Zielkonfliktmanagement dienen.

4 Konzepte und Methoden

Im folgenden Kapitel werden die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Konzepte und Methoden zur Unterstützung eines ganzheitlichen räumlich verteilten kooperativen Arbeitens für branchenübergreifende Entwicklungsprojekte vorgestellt. Zunächst erfolgt dabei eine einführende Herleitung und Beschreibung des systemischen Projektmodells mit der Erläuterung seines Aufbaus aus verschiedenen Partialmodellen, seiner Struktur und seiner Funktionsweise. Zur Gewährleistung einer integrierten Planung wird zudem ein Konzept zur inhaltlichen Synchronisation durch thematische Strukturbildung vorgestellt. In den sich anschließenden Kapiteln wird detailliert auf die einzelnen Partialmodelle und die hierzu entwickelten Teilkonzepte eingegangen.

4.1 Das Systemische Projektmodell

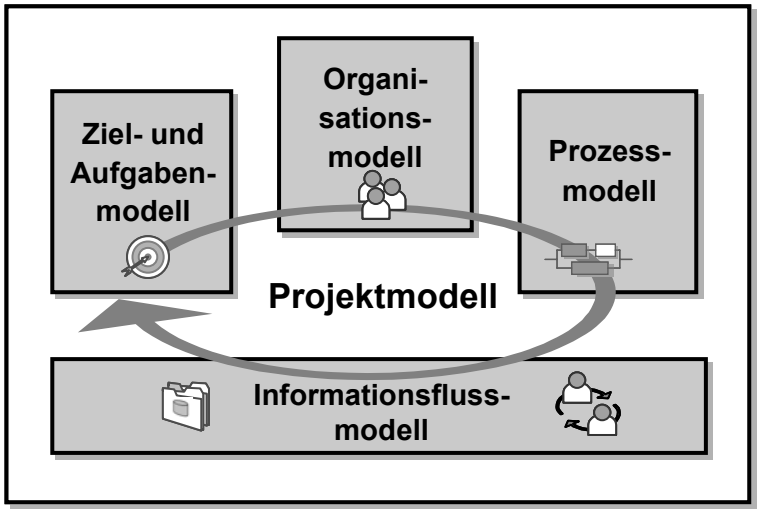


Abbildung 4.1-1: Skizze des Projektmodells

Gegenstand des folgenden Abschnittes ist eine einführende Erläuterung des Projektmodells. Beginnend mit einer systemtechnischen Herleitung des Modells folgt die Beschreibung des Gesamtmodells und seines Aufbaus aus verschiedenen vernetzten Teilmodellen, welche die verschiedenen Aspekte der Projektplanung repräsentieren. Die Funktionsweise des Modells bzw. die Regeln zu dessen Handhabung bei der Projektdurchführung werden anhand eines Vorgehensmodells zur Projektplanung beschrieben.

4.1.1 Systemtechnische Herleitung des Projektmodells

Ausgehend von der Anwendbarkeit ganzheitlich systemischer Ansätze für Planungsaufgaben im Baubereich [Sayn97 sowie Sche94] soll die Systemtechnik auf die verschiedenen Aspekte der Projektdurchführung angewandt werden. Eine ganzheitlich-systemische Denkweise begreift dabei Projekte als komplexe soziale Systeme [Hirz97, Ropo95, Müll99]. Durch Integration versucht man vormals getrennt betrachtete Systeme in einen Gesamtprozess zu integrieren und so ganzheitlich zu optimieren. Bei der Anwendung des Systembegriffs und der Systemdarstellung in der Projektplanung stehen vier Gesichtspunkte im Vordergrund, die vor allem bei komplexen Planungsaufgaben eine Rolle spielen:

- Festlegen des Systeminhaltes, Abgrenzung vom Systemumfeld bzw. dem übergeordneten System
- Spezifizieren der Funktionen, welche das System erfüllen soll
- Gliederung und Strukturierung der Systeme: Bildung von Subsystemen, Ermittlung der gegenseitigen Beziehungen und Festlegung der Systemhierarchie
- Erfassung der Einflussfaktoren auf das System (Input/Output)

Festlegen des Systeminhaltes

In Anlehnung an Aggteleky und Bajna [AgBa92] lassen sich in einer vereinfachten Betrachtung zwei primäre Systemtypen zur Beschreibung eines Projektes identifizieren:

- Das **Wirksystem**, das dem Projekt selbst als handlungsorientiertes „soziotechnisches“ System entspricht und welches das Objektsystem unter Einbeziehung von personellen, finanziellen und materiellen Ressourcen transformiert.
- Das **Einwirk- oder Objektssystem**, das die im Rahmen des Projektes zu erzeugenden oder transformierenden Objekte bzw. den Planungsgegenstand darstellt.

Die Planungstätigkeiten anhand derer die Objektsysteme erzeugt werden, spielt sich im Rahmen komplexer Organisationen im Projektsystem ab. Hiermit erfolgt eine wichtige Differenzierung, die in der Projektpraxis oft nicht gesehen und angewandt wird, was zu Problemen hinsichtlich des Bezugssystems führt.

Funktionale Systembeschreibung des Wirksystems

Der Inhalt und Aufbau eines Systems hängt sehr stark von den zu erfüllenden Funktionen bzw. Leistungen ab, die es gegenüber seinem Umfeld zu erbringen hat. Die Elemente und innere Struktur des Systems bestimmen widerum sein funktionales Verhalten, d.h. durch welchen Input und Output Auswirkungen auf das Systemumfeld bzw. andere (Teil-) Systeme ausgelöst werden. Zur Herleitung des Aufbaus des Projektmodells soll daher zunächst untersucht werden, welche Funktionen ein Planungsprojekt zu erfüllen hat, um seinen Aufbau ableiten zu können:

Ein Projekt stellt ein **sachgestaltendes Handlungssystem** dar, dessen Hauptfunktion die Erstellung und Transformation von Sach- bzw. Objektsystemen von einem Ist-Zustand in einen anhand von Projektzielen definierten Soll-Zustand ist. Die Projektfunktionen bewirken, wie folgende Abbildung zeigt, diese Zustandsänderungen des Sachsystems unter Zuführung von Ressourcen konkret durch Transformation der systembeschreibenden Grundgrößen Energie, Materie, Information über die Größen Raum und Zeit. Übertragen auf Planungsprojekte stellt die Objekttransformation die Planung (und Erstellung) eines entsprechendes Produktes (Planungsgegenstand) dar.

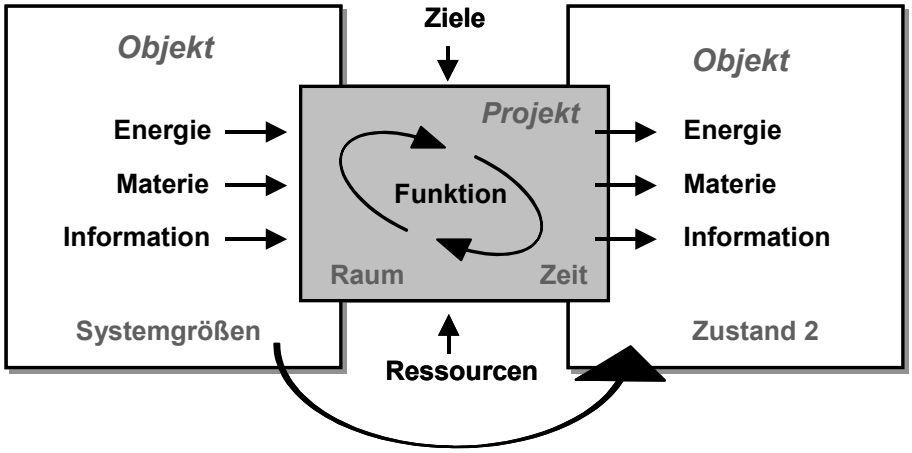


Abbildung 4.1-2: Transformation des Sachsystems über Projektfunktionen

Um diese Hauptfunktion der Objekttransformation erfüllen zu können, muss das Projekt wiederum selbst bestimmte interne Funktionen erfüllen. Dies beinhaltet den Aufbau und die zielorientierte Steuerung des Projektsystems selber als „soziotechnisches“ System im Rahmen des Projektmanagements durch die Aufnahme und Transformation von Menschen und Sachsystemen, wie Informationen, Ressourcen, Kosten etc.

Wie muss nun das Projektsystem aufgebaut sein, um seine Funktion der Objektplanung und des Managements erfüllen zu können?

Aufbau und Struktur des Projektsystems als Wirksystem

Planung kann als gemeinsames Handeln von Menschen und Organisationen als Handlungsträgern am Objektsystem bzw. Planungsgegenstand verstanden werden. Der zentrale Bestandteil eines Projektes ist somit das Teilsystem der Handlungsträger, welches die Projektbeteiligten bzw. die Projektorganisation repräsentiert. Hirzel [Hirz97] spricht in diesem Zusammenhang von einem „Arbeits- oder Trägersystem des Zusammenwirkens (Wirksystem) von Menschen und Organisation (Beziehungssystem) zur Erreichung des Zielsystems.“ Dabei wird zudem deutlich, dass Planung nicht als Selbstzweck zu sehen ist, sondern der Ereichung bestimmter Ziele dient. Ein weiterer wichtiger Teilbereich des Projektsystems ist daher das Zielsystem, das bezugnehmend auf den Planungsgegenstand die inhaltliche Ausrichtung des Projektes bestimmt und somit auch die inhaltliche Basis des Projektmanagements darstellt. Zur effizienten Durch-

führung eines Projektes muss das Zusammenwirken der Menschen und organisatorischen Einheiten des Handlungsträgersystems zur Erreichung der Ziele entsprechend koordiniert werden. Dies kann durch explizite Abbildung und Koordination des Handlungssystems erreicht werden.

Der prinzipielle Aufbau eines Projektsystems kann, wie in Abbildung 4.1-3 ersichtlich, anhand folgender Teilsysteme beschrieben werden:

- Zielsystem
- Handlungssystem
- Handlungsträgersystem

Das **Zielsystem** beschreibt den Zielzustand des zu transformierenden Objektsystems bzw. den Soll-Output des Projektes. Das **Handlungssystem** repräsentiert die hierzu notwendigen Planungshandlungen bzw. Prozesse, welche die Handlungsträger unter Hinzuziehung von Ressourcen unter Berücksichtigung der Dimensionen Zeit und Raum am Objektsystem ausführen. Das Teilsystem der **Handlungsträger** stellt die organisatorischen Einheiten dar, welche diese Planungshandlungen als Akteure vollziehen.

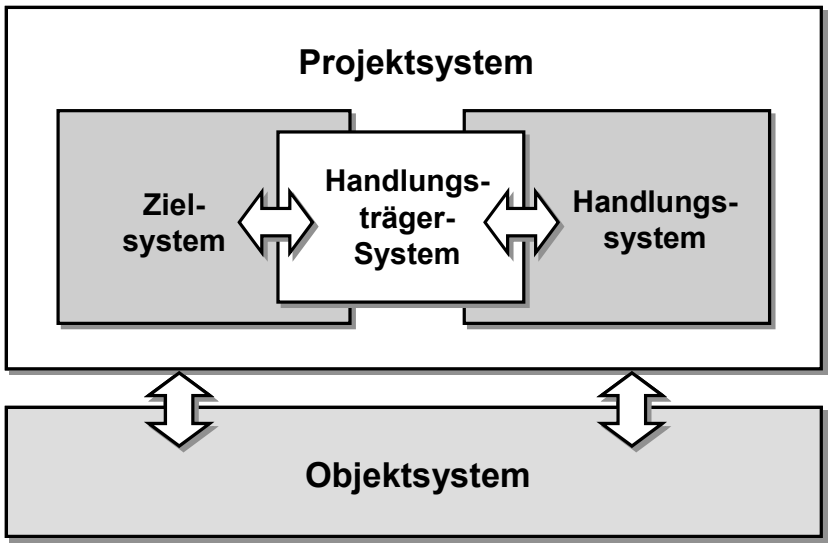


Abbildung 4.1-3: Aufbau des Projektsystems

Das Projektsystem und seine Teilsysteme sind nicht als statisch zu betrachten, sondern verändern bzw. konkretisieren sich im Verlauf des Projektes. Die Teilsysteme stehen dabei in einem engem koevolutionärem Zusammenhang, was bei der Modellierung der Teilsysteme entsprechend beachtet werden muss.**Modellbildung**

Das hier beschriebene System „Projekt“ soll im Rahmen dieser Arbeit als Modell beschrieben werden. Modelle sind nach [Rude98] als Denk- und Darstellungsmodelle abstrakte Abbildungen der Realität, in denen nur die aus Sicht der Anwendung relevanten Aspekte erfasst werden. Diese Abstraktion erlaubt durch eine wesentliche Vereinfachung der Realität

- eine bessere Abbildbarkeit,

- eine bessere Handhabung und Erläuterung komplexer Zusammenhänge,
- ermöglicht eine übersichtliche Strukturierung und Formalisierung der Problemstellung und erleichtert den Überblick.

Die in diesem Abschnitt erläuterten Zusammenhänge dienen als Grundlage zur Erarbeitung des Aufbaus des Projektmodells. Aus den beschriebenen relevanten Teilsystemen werden dabei entsprechende Partialmodelle abgeleitet. Im folgenden Kapitel wird auf die Konzeption des Projektmodells eingegangen.

4.1.2 Konzeption des Projektmodells

Das Projektmodell stellt eine Art „Baukasten“ dar, der die zur Koordination und kooperativen Durchführung eines Projektes notwendigen Elemente und deren Strukturen enthält sowie Regeln über das Zusammenwirken dieser Elemente. Es beschreibt somit als eine Art „Maschinerie“ zur Abbildung und Bewerkstelligung eines integralen Vorgehens die Art und Weise des Aufbaus des Projektes, die notwendigen Mechanismen zur Unterstützung und die Handhabung der Elemente bei der Durchführung.

Das **Modellschema** zur Abbildung integrierter Kooperationen setzt sich aus den verschiedenen im vorhergehenden Abschnitt erläuterten vernetzten Partialmodellen zusammen. Die konzeptionelle Aufteilung des Modellschemas in Partialmodelle und die Kopplung dieser Teilmodelle lässt sich aus dem Zusammenwirken der kooperationsrelevanten Teilsystemen von Projekten ableiten: Die Leistungserfüllung in einem Projekt erfolgt durch das Ausführen von Prozessen (Prozessmodell), welche zwischen ihnen fließende Informationen modifizieren (Informationsflussmodell). Initiiert werden diese Prozesse zur Erfüllung bestimmter Zielsetzungen bzw. zur Lösung bestimmter Problemstellungen (Ziel- und Aufgabenmodell). Alle zielorientiert stattfindenden Planungsprozesse werden durch bereitgestellte Ressourcen ausgeführt und durch entsprechende Stellen koordiniert (Organisationsmodell).

Diese **Partialmodelle** sind so konzipiert, dass sie diejenigen Elemente zusammenfassen, die sehr eng miteinander verknüpft sind. Die Beziehungen zwischen den Elementen sind innerhalb eines Partialmodells daher eher komplex und zwischen den verschiedenen Partialmodellen relativ einfach. Jedes Projektelement ist zudem eindeutig einem Teilmodell zugeordnet. Die Partialmodelle stellen somit Entwurfsbereiche dar, die weitestgehend unabhängig voneinander bearbeitet werden können und trotzdem die Integrität des Gesamtmodells gewährleisten. Abbildung 4.1-4 zeigt schematisch das systemische Projektmodell mit seinen Partialmodellen und Wechselwirkungen.

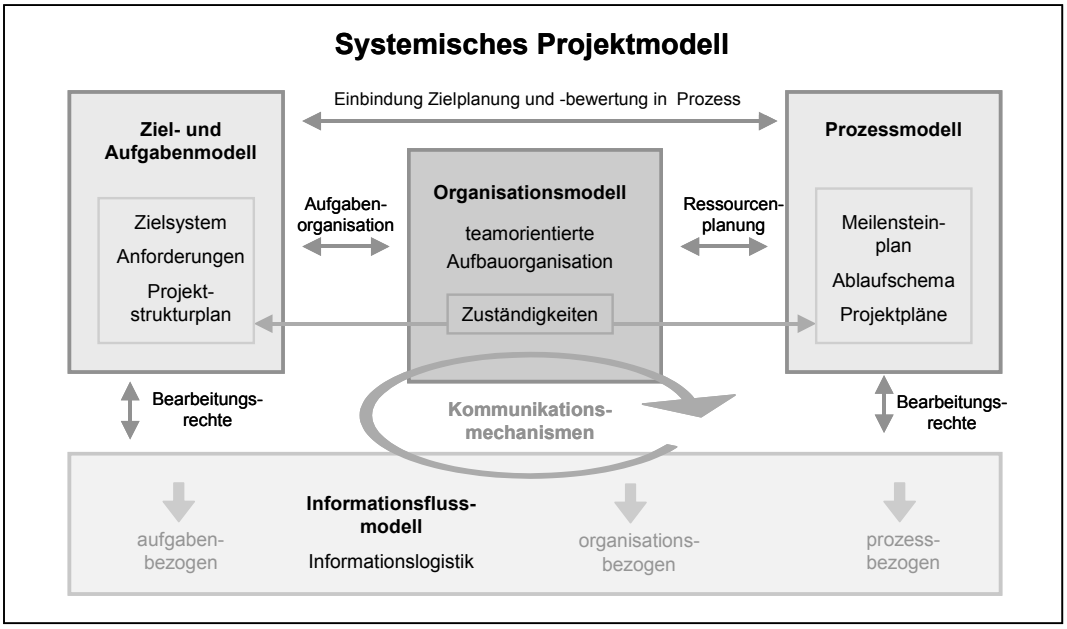


Abbildung 4.1-4: Das systemische Projektmodell

Das **Organisationsmodell** stellt den zentralen Teil des Kooperationsmodells dar. Es dient als Bindeglied, da über die Zuordnung der Aufgaben zu Personen im Rahmen der Aufgabenkoordination eine ressourcenorientierte Prozessmodellierung ermöglicht wird. Zudem werden hier die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Elemente der Teilmodelle über organisatorische Rollen geregelt.

Auch das Management der Planungsprozesse (**Prozessmodell**) darf nicht isoliert betrachtet werden, sondern wird in einen entsprechenden teamorientierten Kooperationskontext eingebunden. Die Modellierung von Prozessen wird daher als Teamprozess betrachtet und entsprechend unterstützt. Dies geschieht unter anderem durch Bereitstellung teamorientierter Kommunikationsmechanismen zur Koordination der Erarbeitung, Anpassung und Änderung von Prozessdaten.

Eine Verknüpfung der Prozessmodellierung mit dem **Ziel- und Aufgabenmodell** ermöglicht die Berücksichtigung inhaltlicher Aspekte als Grundlage der Prozessmodellierung. So wird die flexible Steuerung des Projektablaufes entsprechend den inhaltlichen Ergebnissen des Projektes ermöglicht. Eine Kopplung mit der Anforderungsmodellierung schafft bei der Aufgabenbearbeitung zudem Transparenz hinsichtlich der aufgabenübergreifenden inhaltlichen Wechselwirkungen der verschiedenen Problemstellungen. Umgekehrt ermöglicht die Bereitstellung eines entsprechenden Prozessmodells die projektbegleitende Einbindung der Zielentwicklung und Anpassung in den Planungsprozess.

Das **Informationsflussmodell** stellt eine Art „informationstechnische Klammer“ dar. Hier werden die eigentlichen Projekt- und Planungsinhalte als Informationsobjekte verwaltet und deren Informationsfluss koordiniert. Betrachtet man die Planung als einen hauptsächlich informationsverarbeitenden Prozess, so stellen Informationen aus systemtechnischer Sicht eine der grundlegenden Systemgrößen des Projektes dar. Ihre effiziente Handhabung und Transformation zur

Generierung von Planungslösungen wird daher durch die Bereitstellung entsprechender informationslogistischer Strukturen unterstützt.

4.1.3 Systemintegration durch Strukturbildung

Bei der Anwendung des Systembegriffs auf die Projektplanung stehen bei der Projektbildung zwei Gesichtspunkte im Vordergrund.

- Festlegen des System- bzw. Projektinhaltes (enthaltene Teilsysteme bzw. Objekte mit ihren Eigenschaften) und Abgrenzung vom Systemumfeld bzw. dem übergeordneten System (Projektdefinition)
- Gliederung und Strukturierung des Systems durch die Bildung von Teilsystemen, Ermittlung der gegenseitigen Beziehungen und Festlegung der Systemhierarchie

Zur Darstellung des Zusammenwirkens der Teilmodelle und der darin enthaltenen Elemente ist die Abbildung der strukturellen Zusammenhänge also von grundlegender Bedeutung. Auf diesen Punkt der Strukturbildung soll daher im folgenden Abschnitt genauer eingegangen werden.

Aufbauend auf der Spezifikation der im System enthaltenen Objekte erfolgt die Strukturbildung durch Herstellung von Relationen zwischen den Objekten des Systems. Wird Strukturierung, tayloristischen Ansätzen folgend, oft als isolierte Segmentierung verstanden, welche das System als eine reine Addition isolierter Teile betrachtet, so soll im Rahmen dieser Arbeit Strukturierung als Systemintegration verstanden werden.

Definition: **Strukturierung** bedeutet die Spezifikation des Aufbaus eines Systems unter Integration der Teilsysteme und enthaltener Objekte durch Abbildung der systeminhärenten Vernetzung.

Aufbauend auf der Spezifikation der verschiedenen Objekte des Systems als Informationsobjekte kann die Strukturierung durch Informationsvernetzung erfolgen. Ziel der hier vorgestellten Prinzipien ist es, den Strukturierungsgrad der zum Teil unstrukturierten und unscharfen Informationen und damit die Transparenz bezüglich der Zusammenhänge des Projektes zu erhöhen. Bezugnehmend auf DIN 69901: Projektmanagement [DIN 69901] kann das System „Projekt“ über folgende Strukturen beschrieben werden :

1. Aufbaulogische Strukturen (Aufbau des „statischen“ Projektmodells)
    - Organisationsstruktur des Projektes
    - Ziel- und Aufgabensystem
2. Ablauflogische Strukturen
    - Prozessstruktur (Prozess- und Phasenmodell)

Strukturaler Aspekt der Systembeschreibung

Ein System ist aufgebaut aus Teilsystemen bzw. einzelnen Objekten. Ein Grundsatz strukturalen Systemdenkens ist es, diese Teile des Systems nicht isoliert und losgelöst von ihrer ganzheitlichen Verflechtung zu betrachten, sondern ihre Wechselwirkungen mit anderen Teilen im Rahmen des umfassenden Systemzusammenhanges zu berücksichtigen. Zudem geht es um die Einbindung des Systems in sein übergeordnetes Systemumfeld, da es in enger Wechselwirkung zu seinen Umgebungssystemen, wie z.B. den Produktnutzern oder der Umwelt steht. (Eine solche Systemumfeldanalyse stellt auch die Grundlage des in Kapitel 4.3.3.2 beschrieben Zielsystems dar.)

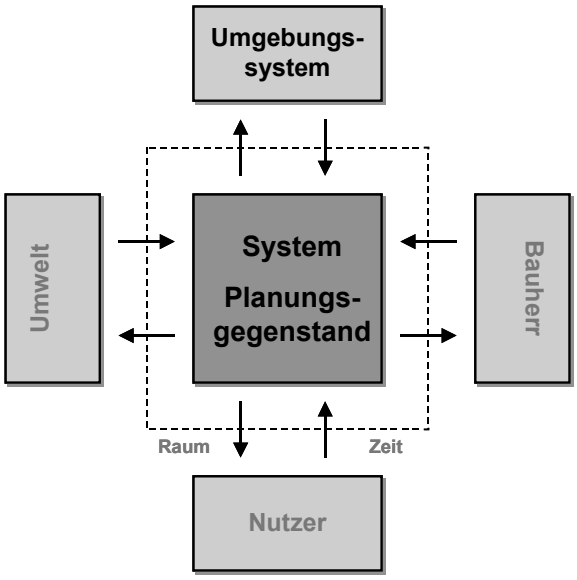


Abbildung 4.1-5:: Einbindung in übergeordnetes Systemumfeld

Anhand dieser Strukturbildung im System wird durch Herstellung von Verknüpfungen Integration erreicht. Integration bedeutet statt einer reinen Addition von Teilsystemen, wie folgende Abbildung 4.1-6 zeigt, die gekoppelte Anwendung von Segmentierung und Vernetzung

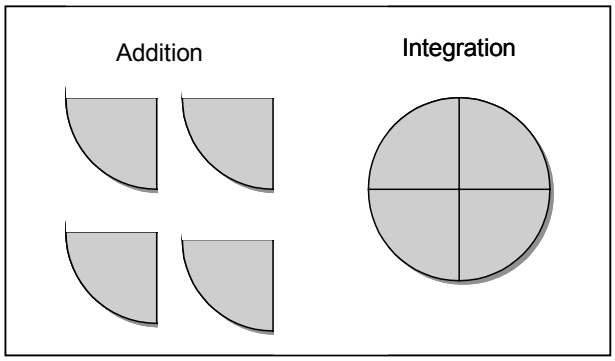


Abbildung 4.1-6:Addition und Integration von Teilsystemen

Die Eigenschaften, welche ein System oder Teilsystem gegenüber seiner Umgebung zeigt, werden über **Attribute** abgebildet. Stehen diese Systemattribute in einer gewissen Beziehung zueinander, spricht man von einer **Relation**. Ein integriertes System besteht so aus Teilsystemen, die über Relationsbildung in einer definierten Anordnung stehen. Aus systemtechnischer Sicht besteht eine Relation zwischen zwei Objekten, wenn

- die Ausprägung eines Attributes eines Systemobjektes die Ausprägung eines Attributes eines anderen Objektes beeinflusst (z.B. als Output/Input-Relation)
- ein Attribut eines Objektes gleichzeitig Attribut eines anderen Objektes ist (Kopplung)

Die Menge der Relationen bildet die **Struktur** des Systems. Die Menge der Attribute und deren Vernetzungen kennzeichnen somit das „strukturellen Verhalten“ [vgl. Ropo75] eines Systems. Die Anzahl der enthaltenen Systemkomponenten und der Grad ihrer Vernetzung bestimmen die Systemkomplexität. Projekte erlangen ihre Komplexität also nicht alleine aufgrund eines umfangreichen Projektinhaltes sondern vor allem durch die Anzahl der bestehenden inhaltlichen Wechselwirkungen bzw. strukturellen Beziehungen der Projektkomponenten. Die Teilsysteme und die Eigenschaften ihrer Objekte sowie die innere Beziehungsstruktur des Systems beeinflussen, durch welchen Input und Output Auswirkungen auf das Systemumfeld bzw. auf andere (Teil-)Systeme ausgelöst werden und bestimmen so sein funktionales Verhalten. **Funktionen** stellen hierbei spezielle Relationen dar, die eine 1:1-Abbildung zweier Attribute beschreiben.

4.1.3.1 Konzept zur Abbildung der Struktur des Projektmodells

Als Grundlage der Modellbildung wird im weiteren auf die Frage eingegangen, wie das System mit seinen Komponenten und seiner Struktur repräsentiert werden kann und welche Relationsarten es zur Vernetzung der Systemobjekte gibt. Die Struktur des Systems „Projekt“ wird dabei über ein Netz von Objekten abgebildet, das sowohl hierarchische Verknüpfungen, wie über- und untergeordnete Objekte, aber auch symmetrische Relationen erfassen kann. Nach einer Analyse verschiedener Wissensrepräsentationsformen, wie beispielsweise regelbasierte, framebasierte, constraintbasierte Ansätze oder neuronale Netze [Rude98] wurden für die Abbildung der Struktur des Projektmodells die semantischen Netze ausgewählt. Gegenüber den anderen Ansätzen weisen sie nach [Geba00] Vorteile für den Anwender gerade in Bezug auf eine natürlichsprachliche Formulierung der Informationen und einer guten Darstellbarkeit von Abhängigkeiten zwischen den Objekten aus.

Definition: Ein **semantisches Netz** ist das mathematische Modell einer Menge von begrifflichen Entitäten und der zwischen diesen bestehenden kognitiven Beziehungen. Es wird in Form eines verallgemeinerten Graphen dargestellt [Helb96].

Semantische Netze bilden die Grundlage zur Spezifikation von Informationsobjekten, welche die Systemkomponenten repräsentieren, sowie deren Vernetzung. Zur Beschreibung werden die aus der Mathematik bekannten Graphenstrukturen herangezogen. Ein Graph besteht dabei aus den zwei grundlegenden Elementtypen: **Knoten** und **Kanten**. Ein Knoten ist ein Graphenelement, das durch beliebig viele Attribute beschrieben werden kann. Eine Kante stellt eine Bezie-

hung zwischen zwei Knoten her. Nach [PaDa00] beschreibt ein schlichter Graph die Beziehungen zwischen den Elementen der Knotenmenge. Die Beziehungen werden durch Kanten hergestellt, welche durch geordnete Paare von Knoten gebildet werden. Der erste Knoten eines jeden dieser Paare ist der Anfangsknoten der Kante, der zweite Knoten ist der Endknoten. Die Kantenmenge ist demzufolge eine homogene binäre Relation auf der Knotenmenge. Ein (endlicher) Graph besteht, wie Abbildung 4.1-7 zeigt, aus einer endlichen Menge von Knoten und einer endlichen Menge von Kanten. Ein Graph heißt gerichtet, wenn die Kanten Einfachpfeile sind und ungerichtet, wenn die Kanten Linien oder Doppelpfeile sind. Da bei einem Graph jeder Knoten beliebig viele eingehende und ausgehende Kanten haben kann, lassen sich damit im Gegensatz zu reinen hierarchischen Baumstrukturen beliebige Beziehungsstrukturen darstellen [NäSt96].

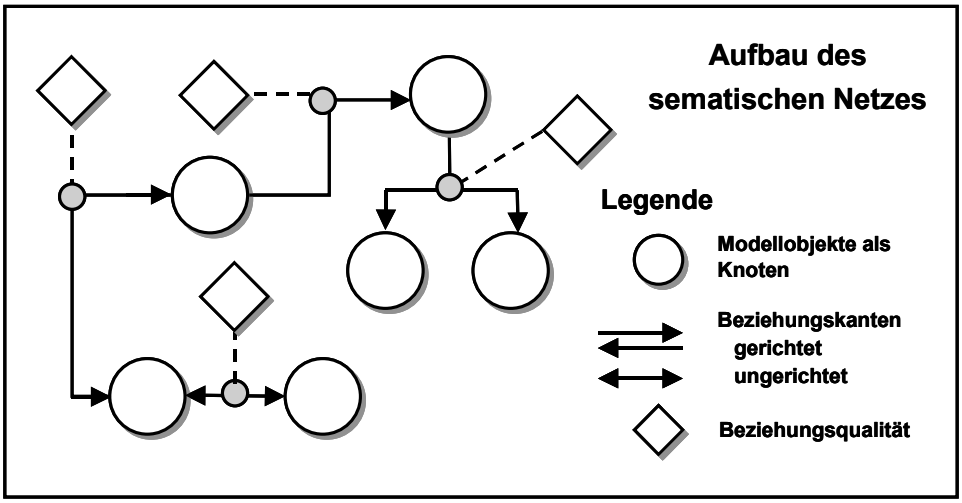


Abbildung 4.1-7: Aufbau des semantischen Netzes

Die **Knoten** des Netzes repräsentieren die Komponenten bzw. Elemente des Projektsystems. Dabei werden die verschiedenen Systemelemente, wie Prozesse, Ziele, Personen etc. als eigenständige Informationsobjekte gehandhabt, die zusätzlich zu ihrem eigentlichen Inhalt auch Zusatzinformationen über sich selbst (Metainformation), wie z.B. den Ersteller des Informationsobjektes oder beschreibende Schlagworte zur thematischen Einordnung verwalten können. Diese Metainformationen beschreiben die verschiedenen Merkmale der Knoten. Über diese Metainformationen wird eine effiziente Verwaltung und die Suche nach benötigten Informationsobjekten erleichtert. Durch die Verwaltung der Informationsobjekte mit beschreibenden Metainformationen wird die eigentliche Information zudem besser interpretierbar, da Aussagen über den Inhalt und dessen Einordnung im jeweiligen Entstehungs- und Nutzungskontext der Projektabwicklung abgebildet werden. Die genaue Spezifikation der Objekte erfolgt anhand des im Projektmodell definierten Objektschemas für die verschiedenen Objektklassen der Teilmodelle. Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Objektklassen erfolgt aus Gründen der Übersichtlichkeit im Anhang.

Die beschreibenden Metainformationen werden auch als Kriterien zur Klassifizierung der Informationsobjekte herangezogen. Die **Klassifizierung** ist eine besondere Form der Strukturierung.

Ein Klassifikationssystem stellt als eine abstrakte inhaltliche Ordnung die Grundlage zur Systematisierung von Informationsobjekten dar, mit dem Ziel, einen inhaltlichen Zusammenhang mit anderen Informationsobjekten herzustellen. Als Voraussetzung der Klassifizierung gilt es, jeder Informationsklasse eine bestimmte Menge von Merkmalen zuzuordnen. Diese Merkmale dienen dann als Klassifizierungskriterien, wobei durch unterschiedliche Ausprägung der Klassifizierungsmerkmale bei den Instanzen der Klasse eine eindeutige Zuordnung zu entsprechenden (disjunkten) Teilmengen erfolgen kann. Die Elemente einer Teilmenge besitzen also die gleiche Merkmalsausprägung bezüglich des Klassifikationskriteriums, was einer Äquivalenzrelation [DaPa00] entspricht. Ein Beispiel hierzu ist die Klassifizierung von Planungsaufgaben nach dem zu planenden Bezugsobjekt bzw. der zu planenden Produktkomponente.

Die **Beziehungskanten** des semantischen Netzes bilden die konkreten Relationen der Objekte ab. Durch das Abbilden der Relationen eines Objektes zu anderen Objekten des Systems kann dessen „Topographie“ im semantischen Gefüge des Gesamtprojektes und dessen Vernetzungsgrad transparent gemacht werden.

4.1.3.1.1 Abbildung der Relationen

Bei physischen Informationsträgern, wie z.B. Aktenordnern, stellt deren körperliche Anordnung, wie z.B. die Position im Regal, den Ursprung der Vernetzung von Informationsobjekten dar. Darüber hinaus behilft man sich mit Katalogen, Listen etc.. Diese Zusammenstellung von „physischen Zusatzinformationen“ dient zur Verwaltung von Hierarchien, Sequenzen oder sonstigen logischen Folgen oder weiteren Arten von Querverweisen. Beim Übergang zu elektronischen Informationsträgern ist nun zu überlegen wie diese physischen Objekte und deren Strukturen abbildbar sind und wie diese impliziten Zusatzinformationen bezüglich der „Informationstopographie“ explizit abgebildet und verwaltet werden können.

Relationstypen – Arten der Beziehungskanten

Im hier beschrieben Konzept werden verschiedene Arten von Beziehungskanten zwischen Informationsobjekten innerhalb eines semantischen Netzes unterschieden. Hierbei werden sowohl gerichtete wie auch ungerichtete Beziehungen verwaltet. Gerichtete Beziehungen bestehen bei Vorliegen einer Rangordnung, wie z.B. Hierarchie oder Ablauflogik. Ungerichtete Beziehungen bestehen, wenn die vernetzten Informationsobjekte gleichrangig behandelt werden und eine symmetrische gegenseitige Beeinflussung besteht. Eine weitere Unterscheidung kann in hierarchische und nicht- hierarchische Relationen getroffen werden. Bezugnehmend auf DIN 1463 *Erstellung und Weiterentwicklung von Thesauri* [DIN 1463] sollen folgende grundsätzliche Relationstypen zur Verknüpfung von Objekten herangezogen werden:

- Äquivalenz
- Hierarchie
- Assoziation

Äquivalenzrelationen sind Beziehungen zwischen gleichwertigen Objekten einer Objektklasse, die zu einer Äquivalenzklasse zusammengeführt werden. Versionierungsmechanismen setzen z.B. auf diesen Relationstyp auf.

Hierarchierelationen liegen vor, wenn zwei Objekte zueinander in einem Verhältnis der Über- und Unterordnung stehen. Hierarchien können im Sinne einer Baumstruktur zur Abbildung sowohl von Abstraktionsrelationen als auch von Bestandsrelationen herangezogen werden :

> **Abstraktionsrelationen** (generische Relationen) sind hierarchische Relationen zwischen zwei Objekten, bei denen das untergeordnete Objekt (Kindobjekt) alle Merkmale des übergeordneten Objektes (Vaterobjekt) besitzt und zusätzlich über mindestens ein weiteres (spezifizierendes) Merkmal verfügt. Über diesen Relationstyp kann man z.B. eine Spezialisierung bzw. die Spezifikation von Untertypen einer Klasse abbilden. Ein Beispiel ist z.B. die Spezialisierung des Begriffes „Gebäude“ in „Verwaltungsgebäude“. Einsatz findet diese Relationsart z.B. bei der Konkretisierung von Anforderungen im Planungsverlauf (vgl. Kapitel 4.3.4.4.1).
>
> Eine **Bestandsrelation** (partitative Relation) ist eine hierarchische Relation zwischen zwei Objekten, von denen das übergeordnete Objekt einem Ganzen entspricht und das untergeordnete Objekt einen der Bestandteile oder Komponenten des Ganzen repräsentiert. Objekte, die in einer partitativen Relation zueinander stehen, gehören meist einer Objektklasse an. Ein Beispiel hierfür ist die Verknüpfung des Begriffs „Gebäude“ als übergeordnetes Objekt mit der „Fassade“ als Objektkomponente. Anwendung im Projektmodell findet diese Relation z.B. bei der Untergliederung von teambezogenen Aufgabenkomplexen in einzelne Arbeitspakete.

Eine **Assoziationsrelation** ist eine zwischen zwei Objekten wichtig erscheinende Relation, die weder eindeutig hierarchischer Art ist, noch als Äquivalenz angesehen werden kann. Assoziationsrelationen bestehen meist zwischen gleichgeordneten Elementen einer Bestandsrelationsebene (horizontale Assoziationsrelation). Ein Beispiel ist z.B. die ablauflogische Verknüpfung von Prozessen der gleichen Hierarchieebene. Diagonale assoziative Relationen verbinden Elemente verschiedener Bestandsrelationsebenen oder verschiedener Objektklassen.

Aus diesen allgemeinen Relationstypen können die konkreten Relationen der Objekte des Projektmodells abgeleitet werden. Die Spezifizierung solcher Relationen dient im Projektmodell zum einen zur Abbildung der internen thematischen Struktur der Teilsysteme (z.B. zur Abbildung von Zielkonflikten) und zum anderen zur Abbildung der abfolge- und erarbeitungslogischen Zusammenhänge zwischen den Teilsystemen bei der Projektplanung. Damit kann beschrieben werden, welches Element die Grundlage zur Erarbeitung eines anderen im Sinne einer Überführung darstellt. Ein Beispiel hierzu ist die Ableitung detaillierter Anforderungen aus einem übergeordneten Ziel oder eine Untergliederung eines teambezogenen Aufgabenkomplexes in einzelne Arbeitspakete.

Relationen dienen also zum einen zur Abbildung der internen Vernetzung innerhalb einer Objektklasse (z.B. zur Abbildung von Anforderungskonflikten), zur Abbildung der klassenübergeordneten Struktur innerhalb der Teilmodelle (z.B. die Ableitung einzelner Arbeitspakete aus einem übergeordneten Aufgabenkomplex) sowie zur Integration der Teilmodelle in das Gesamt-

modell (z.B. durch Verknüpfung von Arbeitspaketen mit Prozessinformationen). Soll zudem die konkrete Qualität einer Beziehung zwischen zwei Objekten beschrieben werden, so wird dies durch die explizite Verwaltung eines Relationsobjektes realisiert. Ein Beispiel ist die Beschreibung der ablauflogischen Beziehungen von Prozessen mit der Angabe des Verknüpfungstyps und der Pufferzeit. Bei der **Spezifikation der Relation** soll auf folgende allgemeine Relationsattribute zurückgegriffen werden, welche für die einzelnen Elementrelationen jeweils spezifisch angepasst werden können:

- Identifikator
- Name
- Relationstyp
- verknüpfte Objekte
- Verknüpfungsfunktion
- Verknüpfungsgrad
- Relationsrichtung

Neben einer eindeutigen Identifizierung kann ein individuell zu vergebender Namen den Zweck der Relation beschreiben, wie z.B. „Anforderungskonflikt“. Hinzu kommt der Beziehungstyp (wie z.B. „Assoziationsrelation“), die Relationsrichtung, eine Beschreibung des Verknüpfungsverhaltens (wie z.B. „Anforderungskonkurrenz“) sowie deren Ausprägungsgrad. Diese kann z.B. durch Zuordnung zu einer Skala von „schwach“ bis „stark“ erfolgen. Zusätzlich können bei 1:1-Abbildungen konkrete Relationsfunktionen spezifiziert werden, welche den Zusammenhang zwischen den Attributen beschreiben. So lässt sich zum Beispiel bei den Attributen *Gebäudevolumen V* und *Traufhöhe T* eine direkte Proportionalität über die Relationsfunktion $V= H*B*T$ beschreiben. Durch die Relationsrichtung wird beschrieben, wie sich zwei Objekte gegenseitig beeinflussen. Diese Spezifikation ist als allgemeines Schema anzusehen. Je nach Relationstyp und Typ der verknüpften Objekte werden die Relationsklassen unterschiedlich angepasst und erweitert. In der Darstellung der internen Vernetzung der Teilmodelle wird hierauf entsprechend eingegangen.

Strukturierungskriterien

Die Strukturierung eines Systems mit der Spezifikation der Relationen folgt keinem Selbstzweck sondern erfolgt aus verschiedenen nutzungsbezogenen Gründen. Wird z.B. eine Aufgabe in untergeordnete Teilaufgaben zerlegt, kann dies mit einer Bestandrelation abgebildet werden, deren Qualität beschreibbar ist. Die Frage, nach welchen Gliederungskriterien diese hierarchische Strukturierung stattfinden soll, z.B. nach Personen oder nach Phasen, ist damit aber noch nicht geklärt. Neben der Abbildung des Relationstyps ist so zusätzlich auch das Strukturierungskriterium von Bedeutung. Die Art und Weise dieser thematischen Strukturierung bestimmen die Zuverlässigkeit der Planung und die Wirksamkeit einer zielbasierten Steuerung (Zielcontrolling) des Projektes. In Abschnitt 4.2 wird ein Konzept zur thematischen Strukturierung

vorgestellt, das durch Transparenz bezüglich thematischer Wechselwirkungen die Basis zur inhaltlichen Synchronisation der Planungsprozesse schafft.

4.1.3.2 Schema des Projektmodells

Die Abbildung des Projektmodells erfordert, wie auch die Unternehmensmodellierung [SpMJ93, Mils97, Schm98], eine geeignete Modellierungsmethode (vgl. Abschnitt 2.2.4.1). Diese Methode definiert die verfügbaren Elemente (Sprachkonstrukte bzw. Begriffe), aus denen sich ein Modell zusammensetzt, sowie deren Relationen. Die gewählte Darstellung (vgl. Abbildung 4.1-8) ist an die Formalisierung des Entity Relationship Models (ERM) [Chen92] angelehnt, so dass die Elemente bzw. Entitäten als Knoten des semantischen Netzes sowie ihre Relationen, welche die Netzkanten darstellen, beschrieben werden können. Abbildung 4.1-8 beschreibt den Aufbau und die Struktur des Projektmodells. Es zeigt die projektrelevanten Teilmodelle mit den darin enthaltenen Elementen und deren Struktur sowie ihre Einbindung in das gesamte Projektmodell über die Vernetzung mit den übrigen Teilmodellen. Die einzelnen Teilmodelle mit ihren Elementen und Relationen sollen im weiteren kurz beschrieben werden.

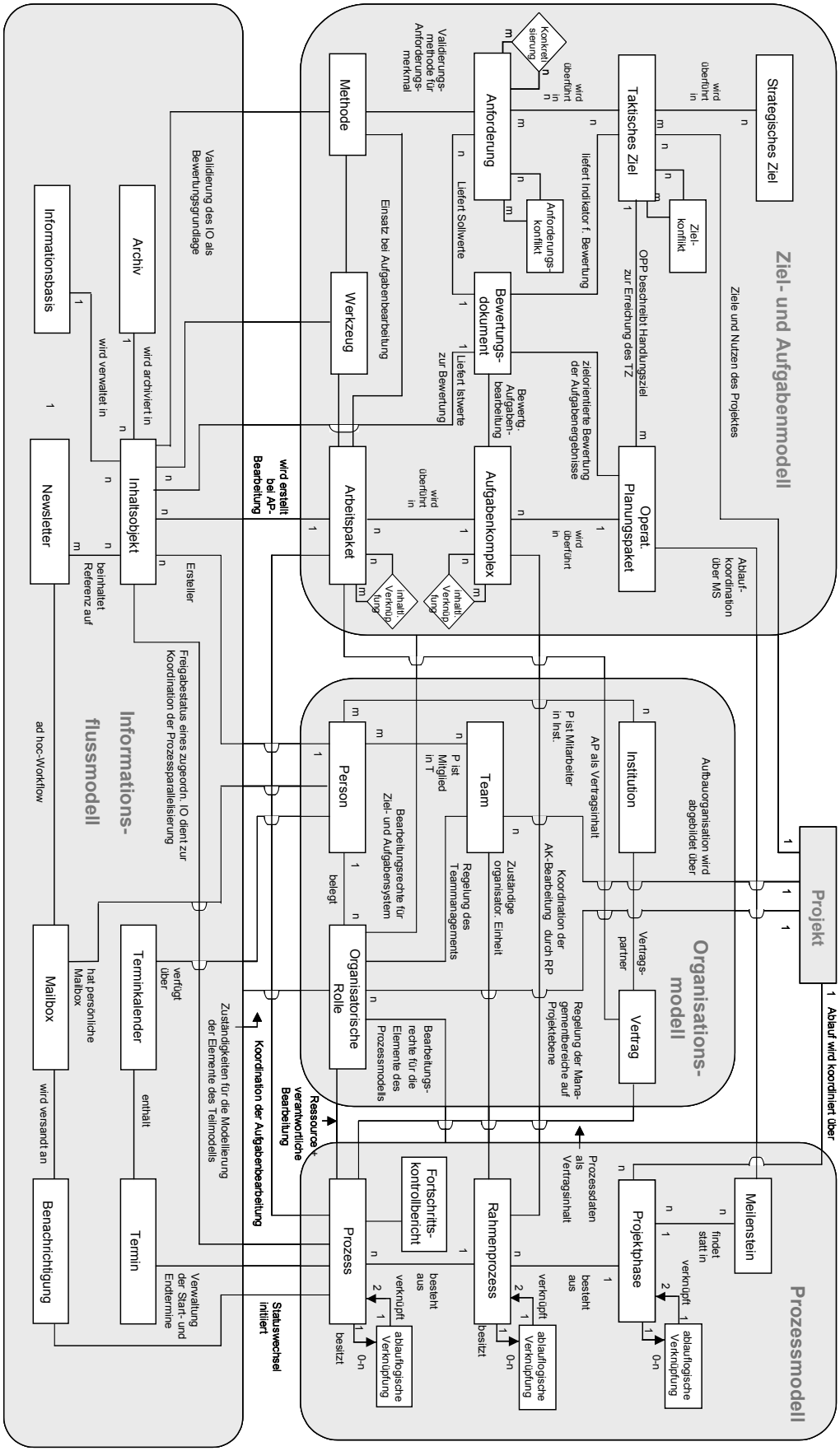


Abbildung 4.1-8: vereinfachtes ERM des Projektmodells

Ziel- und Aufgabenmodell

Die Ziele des Projektes und die Projektinhalte werden über das Ziel- und Aufgabenmodell abgebildet. Das ER-Diagramm zeigt das Teilmodell mit den darin enthaltenen Elementen: Ziele, Anforderungen, operative Planungspakete und Aufgaben. Anhand der dargestellten Strukturen werden die Überführungsrelationen der Zielebenen deutlich wie auch die Hierarchie des Aufgabensystems. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Zielsystem weist dabei verschiedene Ebenen auf, um eine Überführung von abstrakten Zielformulierungen früher Projektphasen (allgemeine strategische Ziele des Auftraggebers) über taktische Teilziele in operative Aufgaben und konkrete Anforderungen zu ermöglichen

Die **strategischen Zielsetzungen** des Bauherrn dienen dabei zur Abbildung des Wertesystems der Beteiligten und des Umfeldes. **Taktische Ziele** definieren hierauf aufbauend den Zweck oder Nutzen des Objektes bzw. Projektes. Beide Zielebenen sind lösungsneutral bzw. ergebnisorientiert formuliert und werden erst im Rahmen der Überführung anhand operativer Aufgabenstellungen tätigkeitsorientiert beschrieben. Die aus den taktischen Zielen abgeleiteten **Anforderungen** beschreiben als Qualitäts- und Leistungsmerkmale die konkret zu erreichenden Soll-Eigenschaften des Planungsgegenstandes und stellen somit die eigentlichen planungsrelevanten Stellgrößen dar. Die sogenannten **Operativen Planungspakete** spezifizieren die zur Erreichung der taktischen Ziele notwendigen Handlungsziele. Aus ihnen werden auf Teamebene sogenannte **Aufgabenkomplexe** und schließlich einzelne personenbezogene **Arbeitspakete** abgeleitet, welche die operationalisierten Aufgabenstellungen bzw. Tätigkeiten zur Erreichung der Projektziele beschreiben.

Die einzelnen Elementklassen weisen eine klasseninterne Struktur auf, über welche die inhaltlichen Wechselwirkungen der Planungsinhalte und Aufgaben sowie mögliche Ziel- und Anforderungskonflikte abgebildet werden können. Die Grafik zeigt außerdem die zur zielorientierten Bewertung der Aufgabenstellungen genutzten **Bewertungsdokumente**, über die anhand einer Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Werten ein anforderungsorientierter Regelmechanismus ermöglicht wird. Eine Validierung der im Rahmen der Aufgabenbearbeitung erstellten Planungslösungen (hier liefern die **Inhaltsobjekte** des Informationsflussmodells die Ist-Werte) mit den in den Anforderungen spezifizierten Soll-Werten anhand von zugewiesenen **Validierungsmethoden** ermöglicht eine normierte Beurteilung der Zielerfüllung. Eine aufgabenbezogene Bereitstellung von **Werkzeugen** und **Methoden** bietet methodische und technische Hilfestellung bei der eigentlichen Aufgabenbearbeitung und dient zur Sicherstellung der Prozessqualität. Die Verknüpfung mit dem Prozessmodell dient der zeitlichen Koordination der Aufgabenbearbeitung. Über die Spezifikation von Prozessen zur Aufgabenbearbeitung wird zudem die Zuordnung der Aufgabenstellungen zu den zuständigen organisatorischen Einheiten im Organisationsmodell ermöglicht. Diese Zuordnung organisatorischer Rollen ermöglicht zudem die Klärung der Verantwortlichkeiten für die Zielplanung und Bewertung.

Organisationsmodell

Das Organisationsmodell dient zur Abbildung der Aufbauorganisation des Projektes. Anhand der Modellstruktur werden die Bestandsrelationen der organisatorischen Ebenen deutlich, wel-

che zur Erfassung der Organisationshierarchie dienen. Die Projektorganisation besteht aus verschiedenen **Teams**, in welche die einzelnen **Personen** als Teammitglieder involviert sind. Diese Personen sind zudem über das Projekt hinaus in bestimmte **Institutionen** eingebunden, wie Planerbüros oder sonstige Unternehmen. Diese Institutionen treten im Rahmen des Projektes als Auftragnehmer auf, wobei ihre projektbezogene Tätigkeiten und die hierbei geltenden Rahmenbedingungen durch entsprechende **Vertragsdokumente** festgeschrieben werden.

Die Regelung der Managementverantwortlichkeiten erfolgt auf zwei Ebenen (Projekt und Team) anhand von **organisatorischen Rollen**. Basierend auf dem Ansatz der „koordinierten Selbstorganisation“ liegt das teaminterne Management in Abstimmung mit dem Gesamtprojekt im Verantwortungsbereich des Teams selber. Über diese Managementrollen, welche neben den traditionellen Managementtätigkeiten, wie Planung und Steuerung oder Aufbauorganisation auch explizit die Qualitätssicherung bzw. den Bereich der inhaltlichen Koordination abdecken, werden auch die Zuständigkeiten und Bearbeitungsrechte für die Elemente des Projektmodells bzw. der Teilmodelle geregelt.

Belegt eine Person eine fachliche Rolle, die Bereiche der eigentlichen Objektplanung beschreibt, so können ihr als Rollenträger entsprechende planungsbezogene Arbeitspakete im Ziel- und Aufgabenmodell zugeordnet werden. Anhand einer Zuordnung der organisatorischen Einheiten des Organisationsmodells zu entsprechenden Prozessen, die der laufzeitbezogenen Koordination der Aufgabenbearbeitung dienen, wird die konkrete Regelung der Zuständigkeiten und ein Ressourcenmanagement ermöglicht.

Prozessmodell

Das Prozessmodell bildet die Ablauforganisation des Projektes ab und dient zur Koordination der Projektdurchführung. Das obige ER-Modell zeigt die Elemente des Teilmodells (Phasen, Meilensteine, Rahmenprozesse und Prozesse) und deren Struktur. Die dargestellten Bestandsrelationen der Prozessebenen dienen zur Repräsentation der Prozesshierarchie. Die Ablaufstruktur des Projektes wird auf Koordinationsebene durch ablauflogisch verknüpfte **Planungsphasen** abgebildet, denen einzelne **Meilensteine** zugeordnet werden können. Der einzelne Meilenstein beschreibt durch Verknüpfung mit den in den operativen Planungspaketen beschriebenen Handlungszielen (vgl. Teilmodell Ziele und Aufgaben) einen Zielzustand, an dem das Projekt bzw. die Phase zu einem bestimmten Zeitpunkt sein sollte. Zweck des Meilensteinplanes ist es somit, Überprüfungspunkte zu bieten, welche eine Bewertung bzw. ein Controlling des Projektfortschrittes auf Koordinationsebene ermöglichen.

In den einzelnen Phasen finden sogenannte **Rahmenprozesse** statt, die einem Planungsteam zugeordnet werden und zur zeitlichen Koordination der Arbeiten der Teams untereinander dienen. Zur laufzeitbezogenen Koordination der teaminternen Arbeiten dienen sogenannte **Prozesse**, die neben Angaben zum Terminmanagement, wie Start-, Enddatum und Dauer auch eine Verwaltung des Bearbeitungsstatus ermöglichen. Die Ablauflogik der Prozesse mit ihren Anordnungsbeziehungen wird über ablauflogische Verknüpfungen verwaltet. Die Beschreibung der im Rahmen der Prozesse zu bearbeitenden Aufgabeninhalte erfolgt durch eine Zuordnung zu den Arbeitspaketen und Aufgabenkomplexen des Ziel- und Aufgabenmodells. Über eine

Verknüpfung der Prozesse mit den organisatorischen Rollen des Organisationsmodells wird die Regelung der Zuständigkeiten und ein Ressourcenmanagement ermöglicht. Die Kopplung mit dem Informationsflussmodell dient dem prozessorientierten Terminmanagement sowie der Bereitstellung laufzeitbezogener Kommunikationsmechanismen, wie z.B. Benachrichtigungen bei Statuswechsel der Prozesse.

Informationsflussmodell

Betrachtet man Planung als einen primär informationsverarbeitenden Prozess, so stellt die Handhabung der Informationsflüsse eine wichtige Grundlage zur erfolgreichen Durchführung von Projekten dar. Das Informationsflussmodell bildet dabei eine Art „informationstechnische Klammer“ zur Vernetzung der Projektinhalte. Es repräsentiert über sogenannte **Inhaltsobjekte** das im Rahmen der Prozesse zu transformierende Objektsystem. Die informationslogistischen Strukturen nehmen dabei auf die spezifische Struktur des Planungsgegenstandes bezug (vgl. Kapitel 4.2).

Das ER-Schema (Abbildung 4.1-8) zeigt die Bereitstellung von personenbezogenen Funktionalitäten zum Informations-, Kommunikations- und Terminmanagement. Das **Inhaltsobjekt** dient als „Informationsträger“ und wird innerhalb der projektbezogenen **Informationsbasis** verwaltet, wobei auch Möglichkeiten zur **Archivierung** bereitgestellt werden. Im Rahmen der Projektdurchführung erstellt und bearbeitet eine Person verschiedene Inhaltsobjekte. Anhand dieser Zuordnung kann ein personenbezogenes Informationsmanagement ermöglicht werden. Durch die Bereitstellung von ad-hoc-Workflow-Funktionalitäten als aktive Verteilungsmechanismen können Referenzen auf entsprechende Inhaltsobjekte über sogenannte **Newsletter** versandt werden. Eine personenbezogene **Mailbox** ist Grundlage einer situativen Kommunikation im Projekt. Über diese Mailbox werden zudem **Benachrichtigungen** bei Prozessereignissen versandt. Bei der Kopplung mit dem Prozessmodell dient die Verwaltung von Freigabestati der Inhaltsobjekte zudem zur Koordination der Prozessparallelisierung. Ein persönlicher **Terminkalender** unterstützt ein personen- und teambezogenes Terminmanagement, welches zudem zur Verwaltung von Start- und Endterminen der für diese Person relevanten Prozesse dient.

4.1.4 Vorgehensmodell zur Projektdurchführung

Das in dieser Arbeit vorgestellte Projektmodell beschreibt die zur kooperativen Projektdurchführung notwendigen Elemente, deren Strukturen sowie Regeln zur Handhabung der Elemente bei der Projektdurchführung. Im vorhergehende Abschnitt erfolgte die einführende Beschreibung des Aufbaus der Teilsysteme mit einer Beschreibung der Modellelemente sowie deren struktureller Vernetzung. Mit der alleinigen Abbildung dieses eher statischen Modells ist allerdings noch keine Hilfestellung gegeben, wie man bei der eigentlichen Durchführung eines Projektes mittels des Projektmodells vorgehen soll. Es ist daher notwendig, zusätzlich ein Vorgehensmodell zu entwickeln, das die eigentliche Instanzierung und Handhabung der Modellele-

mente im Projektverlauf beschreibt und den Planern bei der Durchführung des Projektes assistierend als eine Art „Projektpilot“ zur Seite steht.

Unterstützung eines partizipativen Vorgehens bei der Projektplanung

Die Handhabung kreativer Planungs- und Managementprozesse bedarf eines ganzheitlichen und kooperativen Vorgehens bei der Projektdurchführung [Müll99, Forg99]. Die Projektplanung und das Projektmanagement stellen somit - gerade wenn die Projektdurchführung räumlich verteilt stattfindet - besondere Anforderungen hinsichtlich der Koordination verteilt stattfindender Planungs- und Managementprozesse. Dies setzt unter anderem eine Veränderung bestehender, meist auf hierarchischen, autoritären Prinzipien beruhenden Führungsstrukturen voraus. Ziel ist daher die Entwicklung einer partizipativen Managementstrategie, welche in effektiver Weise verteilte Teamprozesse unterstützt, und eine koordinierte Selbstorganisation [vgl. Jeus94] der Planerteams erlaubt. Diese Selbstkoordination des Planungsteams geschieht in dem hier vorgestellten Konzept in Anlehnung an den Ansatzes eines „zielorientierten Managements“ (vgl. Kapitel 4.4.3.2). Die Teams besitzen dabei die Freiheit, unter Berücksichtigung der übergeordneten taktischen Projektziele (vgl. Kapitel 4.3.3.2) und sonstiger übergeordneter Rahmenbedingungen auf Koordinationsebene die eigenen Aufgabenstellungen und Planungsinhalte eigenständig zu formulieren und so auch selbst Veränderungs- und Entwicklungsaktivitäten initiieren zu können. Die Aufgaben der Projektleitung und Koordination werden so nicht uneingeschränkt auf eine Person konzentriert, sondern werden entsprechend den methodischen und sozialen Fähigkeiten der Projektmitglieder verteilt. Eine detaillierte Erläuterung des Managementansatzes und der hierzu erarbeiteten organisatorischen Rollen erfolgt als Bereich des Organisationsmodells in Kapitel 1.1.

Ein partizipatives Management setzt erhöhte Anforderungen an die Kompetenz der beteiligten Planer, da sie über ihre rein fachlichen Planungstätigkeiten auch mit Aufgaben des Managements und der Projektplanung betraut werden. In der Praxis verfügen bisher nur wenige Planer und Bauherren über entsprechende methodische Kompetenz zur Bewerkstelligung einer ganzheitlichen Projektplanung [vgl. BoSc00]. Durch die Entwicklung des im weiteren beschriebenen Vorgehensmodells sollen die Projektbeteiligten daher entsprechend methodisch unterstützt durch den Projektplanungs- und Managementprozess geführt werden. Dies bedeutet bei der Anwendung des Projektmodells Hilfestellung bei der Erarbeitung und Handhabung der Modellelemente bzw. ihrer konkreten Instanzen im Projektverlauf nach den im Rahmen dieser Arbeit beschriebenen Regeln. Ziel ist die explizite Abbildung und Unterstützung dieser Prozesse zum Projektmanagement und der Projektmoderation, wobei eine gewisse Standardisierung im Sinne des Qualitätsmanagements zur Erhöhung der Prozessqualität beitragen soll.

Für jedes Teilmodell (Zielsystem, Prozessmodell, Projektorganisation) ergeben sich dabei jeweils unterschiedliche detaillierte Vorgehensmuster. Da sich dieses spezifische Vorgehen zum Teil aus dem Aufbau des jeweiligen Teilmodells ergibt, findet die Erläuterung des detaillierten Vorgehens stets zum Ende der unterschiedlichen Teilmodell-Kapitel statt. Im weiteren soll zunächst das übergeordnete Vorgehensmodell vorgestellt werden, das die einzelnen Schritte zur Planung der Teilsysteme in einen ablauflogischen Zusammenhang setzt.

4.1.4.1 Konzeption eines Phasenmodells

Ein wichtiger Lösungsansatz besteht in der Entwicklung eines Vorgehensmodells, das ein phasenbezogenes Vorgehen bei der Projektplanung unterstützt. So kann ein verfrühtes Festlegen auf explizite Lösungsmuster verhindert werden, ohne – gerade zu Beginn des Projektes - über eine ausreichende Informations- und Wissensbasis zu verfügen. Zudem wird so Freiraum geschaffen für flexible Steuerungsvorgänge im Projektverlauf, was zu einer besseren Erfassung der Dynamik der sich ändernden Randbedingungen führt. Die einzelnen Projektphasen mit ihren Bereichen werden dabei so konzipiert, dass statt einer rein sequentiellen Vorgehensweise eine Durchführung von entscheidungsorientierten Iterationszyklen als ein sinnvolles Mittel der Optimierung ermöglicht wird:

Komplexe Planungsziele sind über eine rein sequentielle oder parallele Abfolge von Einzelschritten oder Phasen kaum zu erreichen. Der gesamte Bauplanungsprozess ist nach [Müll99] das Resultat eines auf Optimierung von Lösungen basierenden Suchprozesses und sollte daher als **iterativer Planungsprozess** abgebildet werden [vgl. ClFu92]. Ziel ist es, eine solche Rückkopplungen durch Parallelisierung der verschiedenen Phasen zu begünstigen. Die Anwendung einer **Phasenüberlappung** kann die Überlagerung der verschiedenen Problemlösungszyklen im Sinne eines Simultaneous oder Concurrent Engineering gewährleisten [vgl. AgBa92, Bron01]. Neben positiven Effekten auf die Qualität der Planung erschließt sich damit nach [Müll99], [ClFu92] ein großes Potential für eine Verkürzung der Planungszeiträume. Der Grad der Überlagerung wird im wesentlichen von der Integration und Rückkopplung der stattfindenden Problemlösungszyklen bestimmt. Die Phasen müssen dazu in einem iterativen Planungsvorgehen so durch mehrere Problemlösungszyklen überlagert werden, dass das bei jeder Rückkopplung hinzugewonnene Wissen entsprechend integriert werden kann.

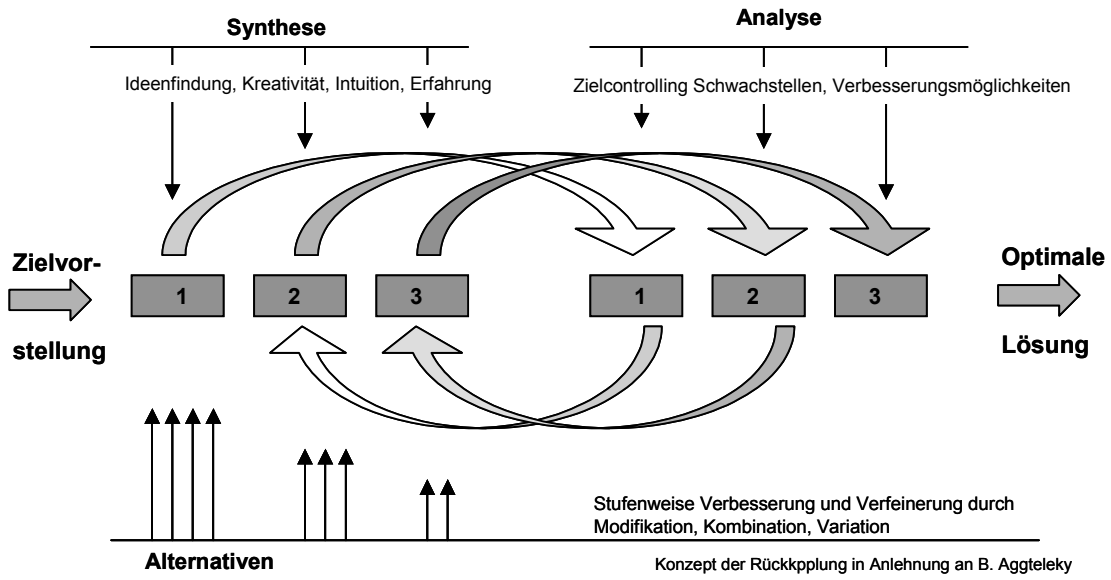


Abbildung 4.1-9: iterativer Problemlösungszyklus

Ein iterativer Problemlösungszyklus durchläuft dabei, wie Abbildung 4.1-9 verdeutlicht, stets folgende Schritte:

1. Zielformulierung (Situationsanalyse und Zielplanung)
2. Synthese (Lösungssuche und Generierung von Lösungen)
3. Analyse und Auswahl (Bewertung der Zielerreichung und Entscheidung)

Diese Rückkopplung stellt bei Problemstellungen mit vielfältigen Abhängigkeiten und Lösungsmöglichkeiten ein wichtiges Mittel zur Optimierung im Sinne einer iterativen Suchstrategie dar. Sie kann in Verbindung mit Modifikation, Kombination und Variation schleifenartig vorgenommen werden.

Berücksichtigung findet dieses iterative Planungsvorgehen bei der Konzeption des Phasenmodells anhand einer Phasenuntergliederung, bei der zwischen Teilphasen mit eher strategischen Projektplanungs- und Managementprozessen und Prozessen der eigentlichen Objektplanung unterschieden werden kann (vgl. Abbildung 4.1-10).

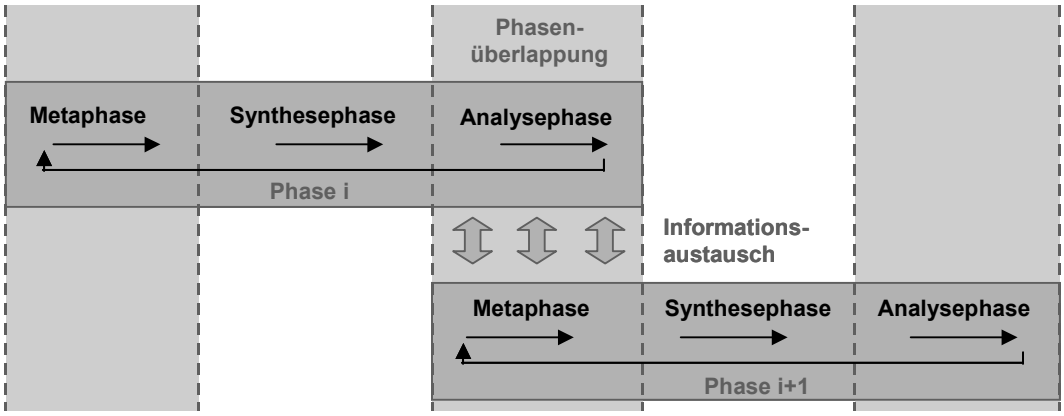


Abbildung 4.1-10: Teilphasen und Phasenüberlappung

Folgende Teilphasen sind vorgesehen:

- In der **Metaphase** findet die strategische Planung der Phase unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen und vorliegenden Planungsergebnisse statt. Ergebnis dieser Vorlaufphase ist ein Projektstrukturplan, der die in dieser Phase zu bearbeitenden Handlungsziele und Aufgaben sowie deren Wechselwirkungen aufzeigt. Hierauf aufbauend wird die phasenspezifische Organisations- und Ablaufstruktur festgelegt.
- Die eigentlichen phasenbezogenen Planungsleistungen (Objektplanung) erfolgen auf Basis der erarbeiteten Aufgabenstellungen in der **Synthesephase**.
- In der **Analysephase** wird im Rahmen von teamübergreifenden Bewertungsprozessen überprüft, ob die erarbeiteten Planungsergebnisse ein der Gesamtzielsetzung entsprechendes Gesamtergebnis darstellen und im Sinne einer Referenzkonfiguration als Grundlage der nächsten Phase dienen können. Damit soll sichergestellt werden, dass die nachfolgen-

den Phasen auf den Ergebnissen der vorangehenden aufbauen und nicht weitere, neue Grundsatzvarianten entstehen. Sind die erarbeiteten Ergebnisse nicht als Grundlage der weiterführenden Arbeiten geeignet, so findet im Rahmen eines Iterationszyklus eine Konzeptanpassung bzw. Zielkonfliktlösung statt. Diese Prozesse der zielorientierten Bewertung von Planungslösungen und des Zielkonfliktmanagements werden in Kapitel 4.3.3.6 detailliert erläutert.

Parallel zur Prüfung und Überarbeitung der Planungsergebnisse, in der die offenen Problemstellungen und Zielkonflikte bekannt sind, wird im Rahmen einer **Phasenüberlappung** damit begonnen, die nächste Projektphase vorzubereiten (Metaphase). Abbildung 4.1-10 verdeutlicht diese Überlappung der Teilphasen. Diese Parallelisierung der Problemlösungszyklen gewährleistet einen möglichst regen Informationsaustausch zwischen Objekt- und Zielplanung und ermöglicht die Integration relevanter aktueller Informationen in den Zielbildungsprozess.

Durch das hier vorgestellte Konzept eines phasenorientierten Projektvorgehens lassen sich folgende zum Teil auch von [AgBa92] belegte systemtechnische Vorteile erzielen:

- Schaffung von Transparenz hinsichtlich der Planungsarbeiten, der Aufgabenteilung und des Planungsfortschrittes
- Bildung von Schnittstellen, die eine Rückkopplung und Variantenreduktion als wichtige Elemente der Optimierung ermöglichen
- Zuordnung klar definierter Zwischenziele der Planungsarbeiten und damit Beurteilungsmöglichkeiten der Zwischenergebnisse
- Die Analysephase wird zum Ansatzpunkt für die Initiierung von Zwischenentscheidungen und ermöglicht die Einflussnahme auf den weiteren Projektverlauf
- Bildung von Zwischenebenen, die für weitere Planungsarbeiten im Sinne einer Referenzkonfiguration als bereinigte und freigegebene Grundlage dienen

Die Abbildung des Phasenmodells erfolgt über die Objektklasse „Phase“ als Teil des Prozessmodells (vgl. Kapitel 1.1). Die dortige Abbildung 4.5-5 verdeutlicht den Aufbau und die Überlappung der Teilphasen.

4.1.4.2 Vorgehensmodell zur Projektplanung und Management

Der Ansatzpunkt zur Unterstützung der kooperativen Projektdurchführung ist – wie beschrieben – die Entwicklung eines Vorgehensmodells für die Projektplanung und das Projektmanagement. Dabei geht es um die Erarbeitung von Aufgabeninhalten zur Erstellung und Handhabung der Modellelemente, wie die Erarbeitung und Koordinierung von Aufgaben oder die Bildung und Moderation der Planerteams. Da das Projektmodell die Regeln zu deren Handhabung beschreibt, können für die Anwendung bzw. Umsetzung dieses Projektmodells die Arbeitsschritte des Managements bis zu einem gewissen Grad standardisiert und formalisiert werden.

In dem hier beschriebenen Modell findet die Planung des Projektes, bezugnehmend auf das vorgestellte Phasenmodell, nicht – wie zumeist praktiziert – vollständig zu Beginn des Projektes

statt. In der strategischen Phase des Projektes wird zunächst das grobe Planungsvorgehen auf Koordinationsebene festgelegt. Zu Beginn jeder Phase wird hierauf aufbauend die aktuelle Phase detailliert geplant. Ein solches phasenorientiertes Vorgehen bei der Projektplanung hilft, die Dynamik der sich ändernden Randbedingungen besser zu erfassen und das Wissen, welches bis zu diesem Punkt bereits im Planungsprozess erworben wurde, mit in die Projektplanung einzubringen und Freiraum für flexible Steuerungsvorgänge im Projektverlauf zu schaffen.

Die strategische Projektplanung

Ausgehend von der Problemerfassung kommt es im Projektvorfeld zur Entwicklung einer ersten, meist noch recht unpräzise formulierten Projektidee. Sie beruht auf einem entstandenen Bedarf und auf vorhandenen Möglichkeiten und läuft auf eine erste Zielvorstellung hinaus. Die Projektidee muss von den zuständigen Stellen als relevant anerkannt werden und zur näheren Untersuchung freigegeben werden. In der strategischen Phase des Projektes findet, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, zur Beurteilung der Projektidee und Klarstellung der Problematik zunächst die Untersuchung des Umfeldes und die Abklärung der verschiedenen Gegebenheiten und Einflussfaktoren statt. Erst nach dieser umfassenden Situationsanalyse ist eine genauere Problemdefinition möglich. Dabei wird die ursprüngliche unscharfe Zielvorstellung zu einem ersten **strategischen Zielkonzept** entwickelt, welches die Wertvorstellungen und Wünsche der betroffenen Umgebungssysteme bzw. betroffenen Gruppen, wie Bauherr oder Nutzer über sogenannte strategische Ziele erfasst.

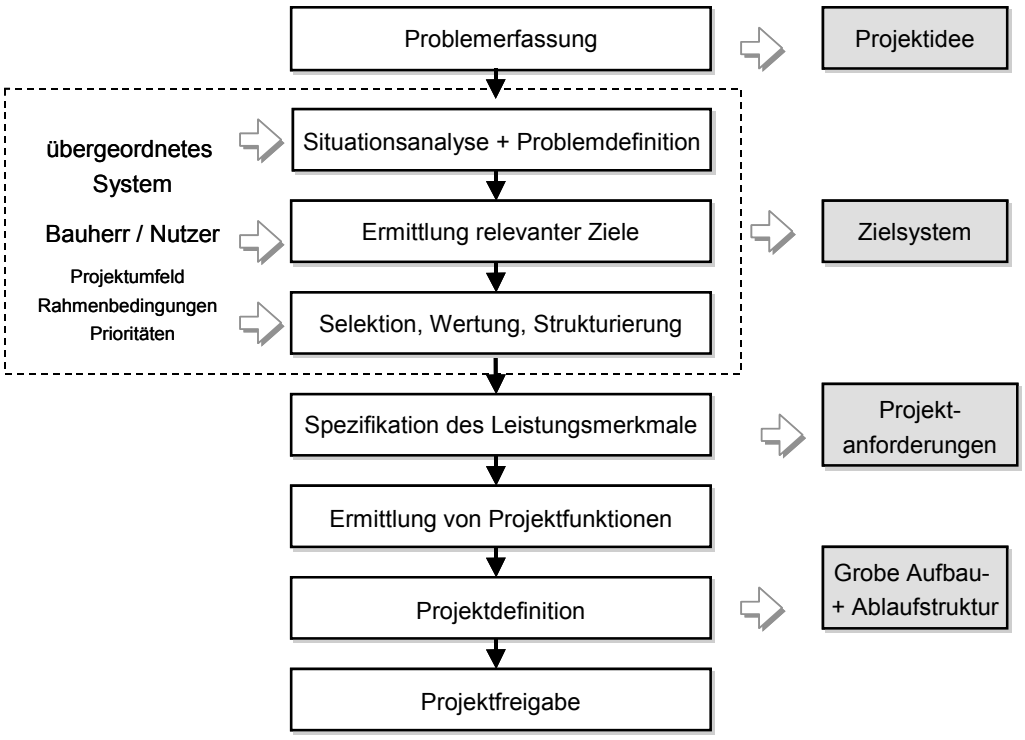


Abbildung 4.1-11: Vorgehen bei der strategischen Projektplanung

Aus diesen strategischen Zielsetzungen des übergeordneten Systems wird der konkrete Zweck und Nutzen des Produktes abgeleitet. Dies erfolgt im Rahmen der **taktischen Zielplanung** und führt zur eigentlichen Zielformulierung. Dabei geht es um das Zusammentragen der verschiedenen projektrelevanten Zielfaktoren, die den Zweck und Nutzen des Produktes beschreiben und den Soll-Output des Projektes spezifizieren sowie um die Klärung der projektspezifischen Rahmenbedingungen. Die erarbeiteten taktischen Ziele werden entsprechend strukturiert, womit man ein erstes Zielsystem erhält. Für die verschiedenen Aspekte der Zielplanung werden dabei Prioritäten herausgearbeitet, die als Basis zur Selektion und Wertung der Zielfaktoren dienen. Dabei können mögliche Zielkonflikte durch das Setzen dieser Prioritäten aufgelöst werden. Im späteren Projektverlauf wird dieses Zielsystem zu Beginn jeder Phase entsprechend den aktuellen Rahmenbedingungen angepasst und präzisiert.

Bevor es zur eigentlichen Projektbildung kommen kann, müssen die zu erwartenden Funktionen, Eigenschaften und Rahmenbedingungen für das Projekt geklärt werden. Dafür werden die konkreten Leistungsmerkmale zur Erfüllung des Projektnutzens über Projektanforderungen festgeschrieben. So werden zunächst funktionale Projektanforderungen auf übergeordneter Ebene spezifiziert, die festlegen, welche übergeordneten Funktionen im Projekt (Planungsfunktionen und Managementfunktionen) zur Generierung des in den taktischen Projektzielen beschriebenen Outputs auszuführen sind. Auf Grundlage des Ergebnisses wird eine Projektprüfung vorgenommen, in der die Planungswürdigkeit des Vorhabens und das weitere grobe Planungsvorgehen festgelegt wird. So kann die Bildung und Abgrenzung des Projektes bzw. der Projektinhalte vorgenommen und die Projektdefinition formuliert werden.

Der allgemeine Aufbau und die Funktionsweise des Projektes auf Koordinationsebene lassen sich in einem weiteren Schritt aus den ermittelten Projektfunktionen ableiten. Dabei wird der grobe, koordinierende Kosten- und Zeitrahmen für das Projekt erstellt. Neben der Erarbeitung der vorhabensspezifischen Phasen werden die übergeordneten Planungsinhalte und Meilensteine festgelegt, um das Projekt in groben Zügen vorausplanen zu können. Zudem wird die Organisationsstruktur über die Bildung von organisatorischen Rollen festgelegt. Die strategische Planung endet mit der Freigabe des Projektes.

Phasenorientierte Metaplanung

Das Phasenmodell wurde so konzipiert, dass zu Beginn jeder Projektphase eine sogenannte Metaplanung für diese Phase vorgenommen werden kann. Dabei findet die strategische Projektplanung für diese Phase statt, wobei die in der folgenden Abbildung 4.1-12 dargestellten Arbeitsschritte durchlaufen werden:

Aufbauend auf den Ergebnissen der strategischen Projektplanung wird das bestehende Zielsystem bezugnehmend auf die jeweils aktuelle Planungssituation angepasst und detailliert. In Kapitel 4.3.4 wird diese Anpassung des Zielsystems weiterführend beschrieben. Um die hohe Komplexität des Projektinhaltes und der Projektabwicklung beherrschen zu können, wird das Projekt ausgehend vom Zielsystem in Einheiten zerlegt, die überschaubar, planbar und steuerbar sind.

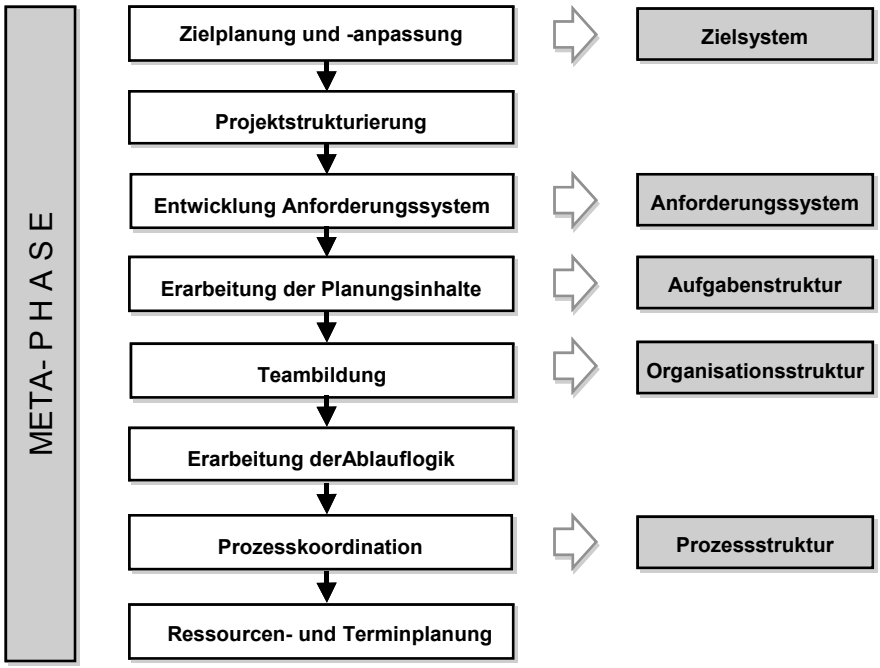


Abbildung 4.1-12: Phasenorientiertes Vorgehen bei der Projektplanung

Aufbauend auf den taktischen Zielen erfolgt daher für jede Phase die vollständige, zielorientierte Strukturierung des Projektes mit der Ermittlung und Gliederung der in dieser Phase zu erstellenden oder zu verwaltenden Objekte (Sachsystem). Dies entspricht unter anderem einer Untergliederung des Planungsgegenstandes im jeweiligen Konkretisierungsgrad der Phase. Bauspezifische Bezugsobjekte wären beispielsweise übergeordnete Bauteile, wie „Fassade“ oder „Dach“. Die Soll-Eigenschaften dieser phasenbezogenen Bezugsobjekte werden über Objektanforderungen spezifiziert, was anhand einer Erweiterung und Anpassung des Anforderungssystems geschieht. Diese Bezugsobjekt-Struktur repräsentiert, wie in Kapitel 4.2.5 ausführlich beschrieben, die Objekte des Liefer- und Leistungsumfanges dieser Phase. Diesen Bezugsobjekten werden nun die Tätigkeiten zugeordnet, die an ihnen ausgeführt werden sollen, wie z.B. „ein energetisches Konzept für die Fassade erstellen“. Hiermit ist die Grundlage des Aufgabensystems für diese Phase geschaffen (vgl. Kapitel 4.3.3.4).

Liegt die Aufgabenstruktur vor, so kann bezugnehmend hierauf die Erarbeitung der teamorientierten Organisationsstruktur erfolgen. Das detaillierte Vorgehen zur Bildung der Planungsteams wird in Kapitel 4.4.4 beschrieben. Sodann werden aus den Aufgabenstellungen Prozesse abgeleitet. Aufbauend auf den inhaltlichen Wechselwirkungen der in Rahmen der Prozesse zu bearbeitenden Aufgaben erfolgt die Erarbeitung der ablauflogischen Struktur mit der Spezifikation der Anordnungsbeziehungen und anschließend die Zuordnung der Prozesse zu den zuständigen organisatorischen Einheiten im Rahmen der Prozesskoordination. Nach erfolgter Abschätzung des Aufwandes kann bezugnehmend auf die zugeordneten Personen die Ressourcenplanung sowie die abschließende Terminplanung stattfinden. Das genaue Vorgehen bei der Prozessmodellierung wird in Kapitel 4.5.4 erläutert. Hier wird auch die Integration assistierender Werkzeuge zur Prozessoptimierung und Prozesscontrolling vorgestellt.

Die detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise zur Modellierung der verschiedenen Teilsysteme erfolgt jeweils nach Erläuterung der Teilmodelle in den entsprechenden Kapiteln. Das in der folgenden Abbildung dargestellte übergeordnete Vorgehensmodell für die Projektplanung zeigt die Zuordnung der beschriebenen Arbeitsschritte zu den verschiedenen Projektphasen. Es zeigt zudem durch die Einbindung der phasenorientierten Schritte zur Objektplanung in der sogenannten Synthesephase (vgl. Abbildung 4.1-13) die Kopplung von Management- und Planungsprozessen.

Zur Abbildung der Inhalte der Arbeitsschritte des Projektmanagements dient zum einen das in Kapitel 4.3.3.4 beschriebene **Teilmodell der Planungsinhalte**, welches ein entsprechendes Schema für diese übergeordneten **Aufgabenkomplexe** zum Projektmanagement auf Projektebene spezifiziert. Die detaillierteren Managementaufgaben auf Teamebene werden über entsprechende **Arbeitspakete** abgebildet. Die Koordination der Arbeitsschritte und die Abbildung der Vorgehenslogik erfolgt über das in Kapitel 1.1 beschriebene Prozessmodell. Die Verwaltung der im Rahmen der Projektplanung zum Einsatz kommenden Werkzeuge und Methoden, wie z.B. die Systemumfeldanalyse, erfolgt über den in Kapitel 4.3.3.4.4 beschriebenen Werkzeugkasten. Die prototypische Umsetzung des Vorgehensmodells als assistierender Managementpilot wird in Kapitel 5.4.8.4 beschrieben.

Wie das beschriebene Vorgehensmodell verdeutlicht, sind die einzelnen Teilmodelle nicht als isolierte Teilsysteme zu verstehen sondern bauen logisch aufeinander auf und weisen eine gewisse Vernetzung auf. Ein wichtiger Ansatz dieser Arbeit ist daher die Integration dieser Teilmodelle unter Berücksichtigung der bestehenden inhaltlichen bzw. thematischen Wechselwirkungen. Vor der detaillierten Erläuterung der Teilmodelle wird daher im folgenden Kapitel ein Konzept vorgestellt, das mittels einer thematische Klassifizierung der Modellelemente die Grundlage zur inhaltlichen Synchronisation und horizontalen Integration bietet.

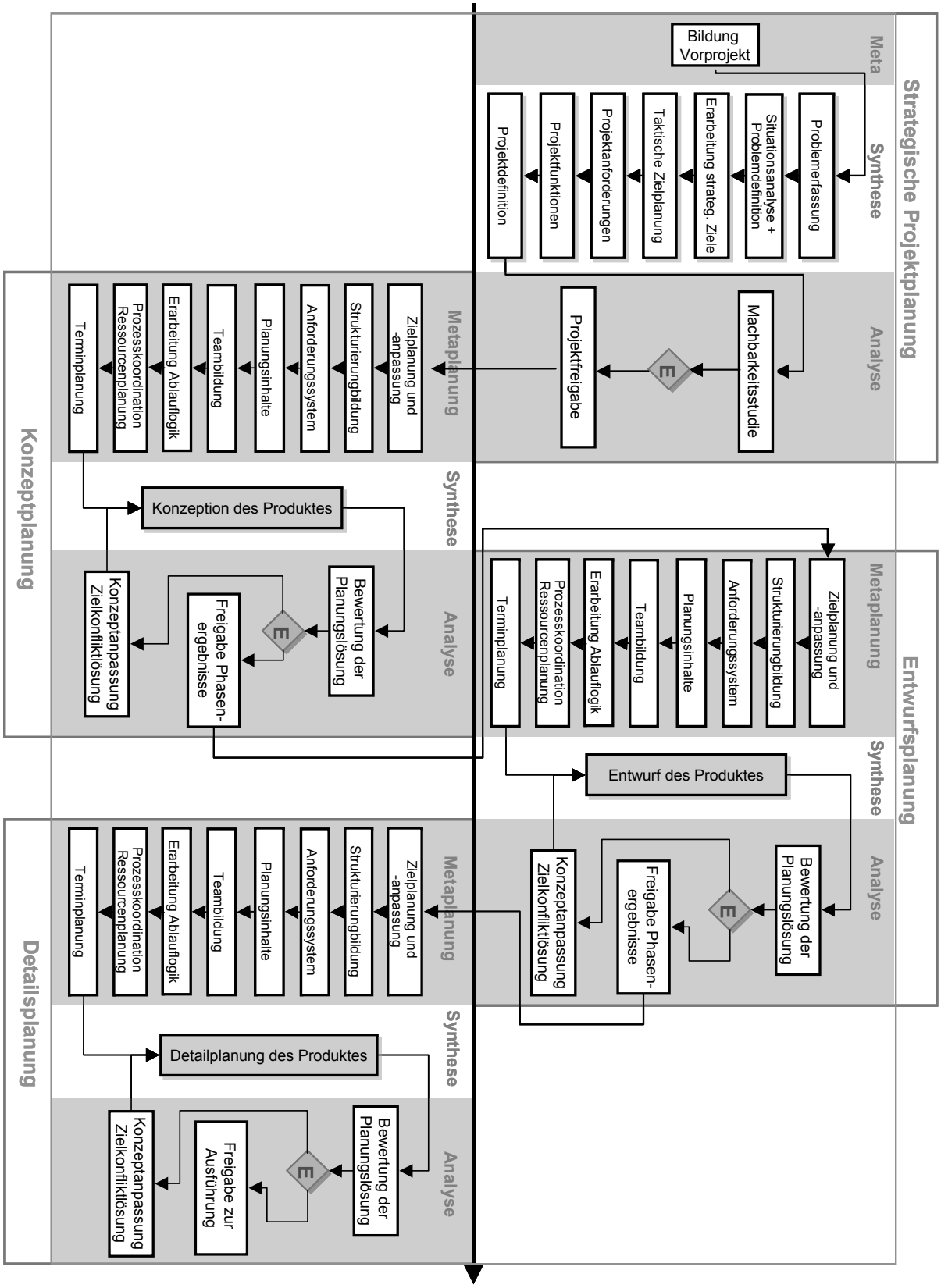


Abbildung 4.1-13: Vorgehensmodell für das Projektmanagement

4.2 Inhaltliche Synchronisation durch thematische Strukturierung

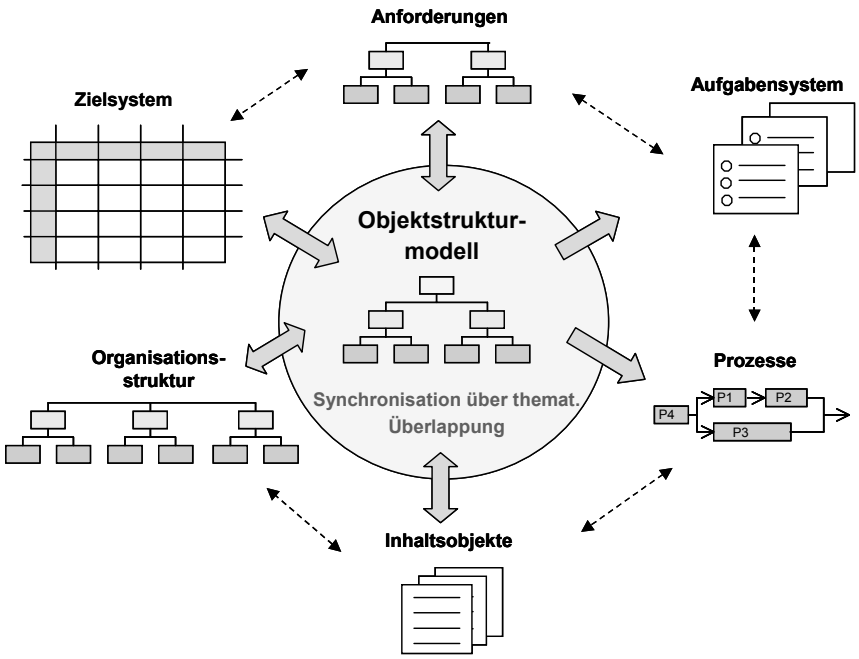


Abbildung 4.2-1: Prinzip der thematischen Strukturierung

Aufgrund des Kapitelumfanges wird zur Verbesserung der Übersichtlichkeit der Aufbau dieses Kapitels anhand des folgenden detaillierten Inhaltsverzeichnisses verdeutlicht.

Inhalt dieser Arbeit ist die Konzeption eines nach den Gesichtspunkten der Systemtechnik entwickelten Projektmodells. Aus dieser systemtechnischen Sicht stellt die Vernetzung und Strukturbildung einen wesentlicher Bestandteil der Systembildung und somit die Grundlage der Systemintegration dar. Zur Beschreibung des Projektaufbaus wird so neben der Spezifikation des Systeminhaltes anhand der genannten Elemente auch deren Beziehungen und Zusammenwirken beschrieben. Der Aufbau des Projektsystems (vgl. auch Abschnitt 4.1.3) wird dabei spezifiziert über :

- Organisationsstruktur des Projektes
- Aufbaustruktur des Ziel- und Aufgabensystem
- Ablauflogische Strukturen (Prozess- und Phasenmodell)

Zur Gewährleistung einer ausreichenden inhaltlichen Abstimmung und Synchronisation im Sinne der Integralen Planung [Kohl01 sowie Wieg95] reicht die alleinige Abbildung der Aufbau- und Ablaufstruktur anhand dieser Modellstrukturen aus Sicht der Autorin allerdings nicht aus. Die inhaltlichen bzw. thematischen Wechselwirkungen der Problemstellungen sind aus diesen

Strukturen nur begrenz ablesbar, so dass die zu einer horizontalen Integration [Forg99] notwendige inhaltliche Synchronisation sehr schwer zu bewerkstelligen ist. Der genannte integrierte Ansatz erfordert daher die Ergänzung des Projektmodells um eine weiteren strukturellen Ebene. Diese soll dazu dienen, die inhaltlichen Wechselwirkungen der verteilt stattfinden Planungsprozesse erfassen und handhaben zu können. Zur Gehwährleistung einer inhaltlichen Synchronisation und Integration wird so die Spezifikation einer Struktur notwendig, welche den thematischen Kontext der Planung und des Projektes beschreibt.

4.2.1 Anforderungen und Lösungsansätze

Der Entwicklung der im weiteren beschriebenen thematischen Strukturierung liegen folgende Anforderungen und Lösungsansätze zugrunde:

Inhaltliche Synchronisation durch strukturelle Integration

So sehr Problemzerlegungen nach [Wieg95] helfen, die große Komplexität von Bauprojekten zu bewältigen, wird die Synthese der heruntergebrochenen Teillösungen zu einer bestmöglichen Gesamtlösung zum wichtigen aber oft vernachlässigten Punkt. Um eine ganzheitliche Koordination des Gesamtprojektes erreichen zu können, müssen die verschiedenen Teilsysteme des Projektes mit ihren projektrelevanten Systemkomponenten – entgegen diesen meist sehr isolierten Betrachtungen in der Praxis [vgl. Patz88] - aufeinander abgestimmt werden bzw. über eine übergeordnete gemeinsame Gesamtstruktur integriert werden.

Lösungsansatz ist daher die Entwicklung eines ganzheitlichen thematischen Strukturierungskonzeptes, welche eine als eine Art **Konfigurationsmanagement** eine Integration der verschiedenen Strukturen der Partialmodelle ermöglicht bzw. deren inhaltliche Synchronisation bei der Durchführung des Projektes und welche dennoch den spezifischen Anforderungen der Teilaspekte Beachtung schenkt. Das gewählte projektspezifische Ordnungssystem dieser Gesamtstruktur sollte sodann durchgängig in allen Bereichen Beachtung finden. Nur so kann eine auf den Komponenten und Wechselwirkungen aufbauende inhaltliche Synchronisation der verteilt stattfindenden Koordinations- und Planungsprozesse gewährleistet und Konfliktsituationen entsprechend frühzeitig transparent gemacht werden. Hierauf aufbauend können entsprechende Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation der verteilt stattfindenden Koordinations- und Planungsprozesse aufgesetzt werden und Konfliktsituationen entsprechend frühzeitig transparent gemacht werden. In Kapitel 4.3.3.5 wird ein auf den im weiteren beschriebenen Strukturierungsansätzen aufbauendes Konzept zum Zielkonfliktmanagement vorgestellt.

Entwicklung einer Strukturierungssystematik

Die Idee der Informations- bzw. Begriffsstrukturierung ist nicht neu. Bereits der deutsche Philosoph Leibnitz [vgl. KöRe98] versuchte, eine auf alle Wissenschaftsgebiete anwendbare Universalmethode zu entwickeln, welche jene einfachen Elemente entwickelt, aus denen alle komplexen Begriffe zusammengesetzt werden können. Diese Grundelemente sollen wie Gedankenbausteine verbindlich definiert werden. Zudem versuchte er Regeln zu entwickeln, welche die

Zusammensetzung und Struktur der Elemente beschreibt. Eine „allgemeine Charakteristik“ sollte für diese Begriffselemente einprägsame allgemeinverständliche Symbole finden. Dass die Interpretation von Symbolen wie allgemein auch jeder Information jedoch meist vor dem Hintergrund eines bestimmten Kontextes erfolgt, war ihm anscheinend nicht ausreichend bewusst.

Leibnitz System ist nach Königer und Reithmeyer [KöRe98] damals aus drei Gründen gescheitert: Es war ihm nicht möglich, allgemeingültige Begriffselemente zu definieren; er konnte die Regeln zu ihrer Verknüpfung nicht abstrakt genug formulieren; zudem gelang es ihm nicht, eine allgemein verständliche Sprache zu entwickeln. Aufbauend auf den Problemen von Leibnitz sollen für die Strukturierung von Systemen folgende Anforderungen gelten:

- Es müssen Begriffselemente, also Stellvertreter für Teilsysteme bzw. Systemkomponenten festgelegt werden.
- Es muss festgelegt werden können, welche Beziehungen bzw. Verknüpfungen zwischen diesen Systemkomponenten existieren.
- Dieses System muss zudem so flexibel sein, dass es auf andere projektspezifische Kontexte übertragbar ist und so die Spezifikation und Anwendung einer domänen- oder projektbezogenen Begriffswelt bzw. Ontologie sowie die Abbildung der Projektbesonderheiten erlaubt.

Anwendung flexibler Strukturregeln

Projekte im Bereich der kundenorientierten Unikatplanung sind gekennzeichnet durch sehr projektspezifische Gegebenheiten und Rahmenbedingungen sowie einen hohen Grad an Unschärfe. Ziel bei der Handhabung unstrukturierter und zum Teil unscharfer Informationen ist es, durch die Anwendung geeigneter Ansätze den Strukturierungsgrad der Informationen und damit die Transparenz bezüglich der Zusammenhänge des Projektes zu erhöhen. So vielversprechend die Idee eines klar strukturierten und klassifizierten Systems allerdings auch erscheinen mag, wichtig ist eine Vermeidung starrer standardisierten Ordnungsprinzipien, welche eine flexible Handhabung und Anpassung auf die Spezifika des Projektes und vor allem der aktuellen Planungssituation erschweren. Eine bei unternehmensbezogenen Massengüter-(Weiter-)Entwicklung hilfreiche Standardisierung der Projektinhalte und Strukturen wirkt sich so hier nach Reschke [Resc89] eher kontraproduktiv aus. Gerade bei innovativen Produktentwicklungen erscheint es bei dem Entwurf einer flexiblen Projektstruktur sinnvoll, die Vorgehensweise bzw. die Strukturierungsprinzipien zu standardisieren, nicht jedoch den konkreten Inhalt. Nur so können die Spezifika des einzelnen Projektes berücksichtigt werden. Wichtig ist es zudem, eine Einengung des Lösungsraumes durch standardisierte starre Produktstrukturierungen und somit ein verfrühtes Festlegen auf feste Lösungsmuster zu verhindern. In dem hier vorgestellten Konzept sollen daher statt starrer Inhalte, wie dies in der Praxis durch Standardprojektstrukturpläne oft erfolgt, flexible Strukturierungsregeln bzw. Kriterien angeboten werden, die projektspezifisch anwendbar sind und mit deren Hilfe die einzelnen Objekte des Projektmodells problemorientiert und flexibel verwaltet werden können.

Kontextbezogene Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation

Die im Rahmen von kreativen, schwer standardisierbaren und formalisierbaren Planungs- und Managementprozessen zu handhabenden projektrelevanten Elemente bzw. Informationsobjekte sind zum Teil nur schwer strukturierbar und der Zugriff auf diese Objekte erfolgt zudem oft aus einem speziellen situativen Kontext heraus. Eine wichtige Anforderung an eine integrierende Projektstruktur ist es daher, eine Strukturierungssystematik zu entwickelt, welche Bezug nimmt zum thematischen Problemkontext. So kann die Grundlage für geeignete kontextspezifische Zugriffsmechanismen geschaffen werden.

4.2.2 Konzept zur thematischen Strukturierung

Aufbauend auf der Untersuchung verschiedener Prinzipien zur Strukturierung bzw. Vernetzung von Informationen wird bezugnehmend zu dem beschriebenen Lösungsansatz ein Konzept zur flexiblen thematischen Strukturierung vorgestellt. Durch präkoordinative Relationsbildung wird dabei ein semistrukturierter Netze von Informationsobjekten gebildet, auf welches zusätzlich aus dem aktuellen Planungskontext heraus durch postkoordinative Vernetzung logische Sichten nach thematischen Kriterien erzeugt werden können.

4.2.2.1 Strukturierungsprinzipien

Die Systemstruktur stellt die Basis dar, um einen effizienten Zugriff auf die Systemobjekte zu erhalten. Die Art des Strukturprinzips, welches den Zeitpunkt der Vernetzung bestimmt, hängt sehr stark vom jeweiligen Nutzungskontext und dem daraus resultierenden bedarfsorientierten Zugriff auf das System und seine Objekte ab. Im Rahmen der Projektdurchführung gestaltet sich dieser Nutzungskontext sehr vielschichtig, da sehr viele verschiedene Beteiligte zur Durchführung sehr unterschiedlicher Planungs- und Managementaufgaben auf das System „Projekt“ und dessen Objekte zugreifen. So ist z.B. die ablauflogische Verknüpfung von Planungsprozessen während der gesamten Laufzeit des Projektes als verbindliche Vorgabe von Interesse. Die inhaltlichen Wechselwirkungen konkreter Planungsinhalte und Planungsanforderungen erlangten ihre Bedeutung zumeist erst im Kontext der eigentlichen Bearbeitung dieser konkreten Planungsaufgaben. Die hier genutzten Strukturen sollten dann aber auch die aktuelle Situation wiedergeben, so dass die Strukturbildung aus dem aktuellen inhaltlichen Planungskontext heraus stattfinden sollte. Um dem vielfältigen Nutzungsbedarf gerecht zu werden, werden daher verschiedene Strukturierungsprinzipien angeboten, die neben der direkten Abbildung von Relationen auch eine „nachträgliche“ Strukturierung aus dem aktuellen Nutzungskontext heraus ermöglicht. Die Struktur ist so als eine kontextbezogene Sicht auf die Objekte des Systems zu sehen. Man könnte hier auch von einem „strukturellen Layerkonzept“ sprechen.

Eine direkte Spezifizierung der Struktur ermöglicht eine explizite Verwaltung der Vernetzungen der Systemobjekte. Aus informationstechnischer Sicht spricht man hier auch vom Prinzip der **Präkoordination** [KöRe98]. Präkoordination bedeutet, dass direkte Relationen zwischen den Informationsobjekten vor der Suche bzw. dem Zugriff auf die Daten bereits besteht. Hierzu wer-

den z.B. feste Objektklassen gebildet, in welche dann die Objekte nach ihrer Erstellung einsortiert werden (vgl. Ordnerstruktur im Microsoft Explorer). Für jede Instanz dieser Klasse ergeben sich nun entsprechend der Schemadefinition (vgl. Datenmodell) konkrete direkte Relationen zu anderen Instanzen der eigenen Klasse oder zu Instanzen anderer Klassen. Meist werden diese Beziehungen bereits mit dem Anlegen des Objektes angelegt. Wie Praxiserfahrungen [BrSI63] zeigen, scheint die alleinige Anwendung dieses Klassifizierungsprinzips eher problematisch. Der Zugriff auf einzelne Objekte kann zum Teil nur unter Kenntnis der spezifischen Struktur erfolgen. Mehrdimensionale Zuordnungen sind hierbei nicht möglich. Präkoordinative Systeme benötigen nach [KöRe97] zudem immer eine zentrale Pflege des Datenbestandes, was gerade bei großen Datenmengen zu einem erheblichen Aufwand führt.

Eine weiteres Prinzip der Informationsvernetzung ist die **Postkoordination**, welches auf einer eher als indirekt zu bezeichnenden Vernetzung der Informationsobjekte beruht. Die Postkoordination verzichtet darauf, direkte Relationen und Strukturen verbindlich vorzugeben. Es beruht auf dem Vorgeben einer Merkmals- bzw. Attributliste, die auf die jeweiligen Objekte als Klassifikationskriterien anwendbar sind. Das Objekt erhält so definierte Attribute als Erkennungsmerkmale. In der lose strukturierten Gesamtmenge dieser Objekte kann dann bei Bedarf mit dem jeweils geeigneten Verfahren auf entsprechende Objekte zugegriffen werden. Ein Beispiel hierfür sind die Suchmaschinen des Internet. Die postkoordinative Klassifizierung erfolgt dabei, wie Abbildung 4.2-2 zeigt, auf Basis entsprechender Metainformationen als Erkennungsmerkmale durch nachträgliche Ausbildung von Äquivalenzrelationen.

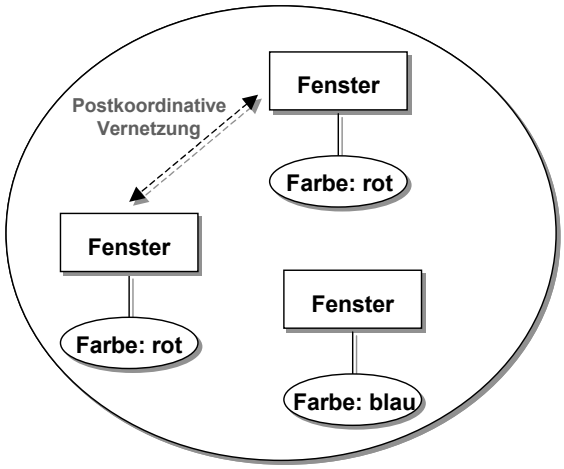


Abbildung 4.2-2: Postkoordinative Vernetzung

Vorteil dieses Vernetzungsprinzips ist, dass neu hinzukommende Informationsobjekte nicht erst mit zum Teil hohem Aufwand und unter Kenntnis der vorhandenen Hierarchie in eine entsprechende Ordnerstruktur eingeordnet werden müssen. Sie ordnen sich aufgrund ihrer klassifizierenden Metainformationen, welche die entsprechenden Erkennungsmerkmale mit sich tragen, selber. Ein Beispiel aus dem Alltag ist z.B. die Auswahl und Sortierung von Emails nach Absender oder Zustelldatum. Diese Vorgehensweise der Postkoordination ist so extrem offen und flexibel und erlaubt zudem einen gegenseitigen Zugriff auf andere Objekte, ohne deren Relationen explizit abbilden zu müssen. Dieses Verfahren stößt allerdings auch in der alleinigen An-

wendung schnell an seine Grenzen, da offensichtliche Wechselwirkungen – zum Beispiel, dass Email 1 widersprüchliche Aussagen zu Email 2 enthält – alleine über klassifizierende Metainformationen nicht explizit abgebildet werden können.

So vielversprechend die Idee einer klaren Strukturierung und Klassifizierung auch erscheinen mag, wichtig ist eine Vermeidung starrer Ordnungsprinzipien, welche eine flexible Handhabung und Anpassung auf die Spezifika des Projektes bzw. Nutzungskontextes und vor allem der aktuellen Planungssituation erschweren. Lösungsansatz dieser Arbeit ist daher die Kopplung beider Strukturierungsprinzipien: Die Abbildung der Projektobjekte über semistrukturierte Netze (vgl. Abschnitt 4.1.3) bedeutet eine die projektspezifischen Unschärfe berücksichtigende, teilstrukturierte Verwaltung der Informationsobjekte, ergänzt durch postkoordinative Zugriffsmechanismen, die auf einer kontextbezogenen thematischen Klassifizierung beruhen. Die folgende Abbildung soll dies verdeutlichen.

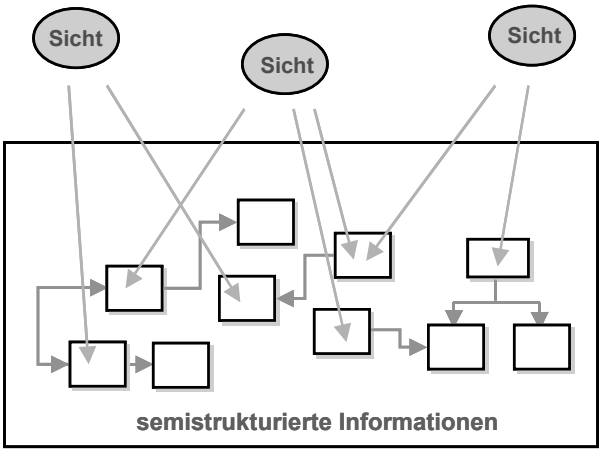


Abbildung 4.2-3: Kopplung von Prä- und Postkoordination

Über präkoordinative Mechanismen erfolgt die Abbildung der zumeist hierarchischen und assoziativen Systemrelationen, welche sich aus dem Schema des Projektmodells ergeben (vgl. ERM in Abbildung 4.1-8) und unter anderem zur Abbildung des Vorgehens bei der Projektplanung dienen. Beispiele hierfür sind Überführungsrelationen der Ziele, ablauflogische Verknüpfungen der Prozesse sowie die Zuordnung von Personen zu Planungsteams. Auf diese präkoordinative Strukturbildung über semantische Netze wird in Abschnitt 4.1.3 detailliert eingegangen.

Übergeordnete thematische Wechselwirkungen können aus diesen Strukturen, wie z.B. der Auflauflogik der Prozesse, nur sehr begrenzt abgelesen werden. Sie ergeben sich zudem zumeist aus dem jeweiligen situativen Planungskontext. Zur flexiblen Aufdeckung dieser Wechselwirkungen dient eine postkoordinative thematische Klassifizierung. Sie schafft Transparenz bezüglich der inhaltlichen planungsbezogenen Wechselwirkungen aus dem aktuellen Planungskontext und ermöglicht einen flexiblen Zugriff. Sie unterstützt damit die Handhabung von struktureller Unschärfe, da die Strukturinformation nicht schon beim Anlegen des Objektes festgeschrieben werden muss.

4.2.2.2 Entwicklung kontextbezogener Klassifizierungskriterien

Grundlage der Klassifizierung ist - wie angerissen - eine entsprechende Spezifikation der Knoten des semantischen Netzes anhand beschreibender Merkmale bzw. Attribute, welche über Metainformationen repräsentiert werden. Die Merkmale, welche als Klassifizierungskriterien dienen, sind dabei so zu wählen, dass sie für alle Beteiligten im Projektumfeld nachvollziehbar sind, da der Aufbau einer thematischen Klassifikation als Orientierungs- und Verständnisbasis bei der interdisziplinären Arbeit dienen soll. Da die Strukturbildung auf den jeweiligen Nutzungskontext Bezug nehmen sollte, liegt es nahe, projekt- und planungsbezogene Kontextinformationen als Kriterien zur Klassifizierung zu nutzen. Diese **Kontextinformationen** dienen dabei zur Spezifikation des thematischen Erstellungs- und Nutzungskontextes und unterstützen die Einbindung des Elementes in den inhaltlichen Gesamtzusammenhang des Projektes.

Zur Gewährleistung einer inhaltlichen Synchronisation und Integration wird daher die Spezifikation inhaltlicher Klassifizierungskriterien im Sinne eines **Konfigurationsmanagements** vorgeschlagen, welche den thematischen Kontext der Planung und des Projektes beschreibt und unter anderem eine Zuordnung der Planungsprozesse zum Planungsgegenstand im Sinne eines vereinfachten „Objektstrukturmodells“ ermöglicht.

Was bedeutet die Anwendung der Klassifizierungskriterien konkret? Nach welchen Begriffen bzw. Objekten werden die Modellelemente strukturiert?

Hier greift das Konzept der sogenannten **Strukturobjekte**. Diese stellen bei der Klassifizierung und hierarchischen Strukturierung die Ausprägungen der als Strukturierungskriterien genutzten Merkmale dar und beschreiben diejenigen konkreten Merkmalsausprägungen, nach denen strukturiert wird. Ein Beispiel wäre z.B. die Strukturierung von Gebäudeanforderungen nach konkreten Räumen im Sinne eines Raumbuches. Das objektbezogene Kriterium ist hier das Merkmal „zugehöriger Raum“. Die einzelnen Anforderungen werden sodann den konkreten vorhandenen Räumen (also Ausprägungen der Klasse Raum, wie z.B. R001, R002 und R003) zugeordnet. Strukturobjekte sind so als eine Art „Ordnungsstruktur“ zu sehen, nach welcher die Kooperationsobjekte im Rahmen der Bildung der Projektstruktur untergliedert werden und stellen im instanziierten Projekt die Bezugsobjekte für den postkoordinativen Zugriff dar.

Ein wichtiger Punkt bei der Erarbeitung der Klassifizierungskriterien ist die Gewährleistung von Konsistenz im Gesamtmodell und die Vermeidung der Nutzung paralleler und redundanter Begriffssysteme. Übertragen auf den Kontext der Projektplanung bedeutet dies, dass bei der Bildung des Klassifizierungssystems eine projektspezifische Ontologie zu definieren ist. Um dies zu erfüllen, geschieht die Ausprägung der Strukturierungskriterien bzw. klassifizierenden Merkmale anhand eines projektbezogen zu entwickelnden kontrollierten Vokabulars.

Bei der Bildung des Klassifizierungssystems muss darauf geachtet werden, dass keine inhaltlichen (funktionellen, logischen oder zeitlichen) Lücken oder Überschneidungen auftreten. Die Strukturierung soll so eine gewisse Vollständigkeit gewährleisten und zudem ein Fehlen von Elementen erkennen lassen. Durch eine Verwaltung der Strukturobjekte als eine einschichtige Liste isolierter Begriffsobjekte kann dies kaum gewährleistet werden. Um thematische Zusammenhänge besser abbilden zu können, werden die einzelnen Strukturobjekte wiederum selbst

zueinander in Beziehung gesetzt, so dass eine Art thematisches Begriffsgefüge gebildet wird. Es entsteht so ein sogenanntes **Objektstrukturmodell** als vernetztes System, welches die thematischen Zusammenhänge der Strukturobjekte als Grundlage der Projektstrukturierung abbilden kann. Damit kann besser nachvollzogen werden, ob z.B. die phasenbezogenen Planungsaufgaben, welche über Bestandrelationen verknüpft sind, alle Teilsysteme des Gebäudes abdecken oder ob Lücken bestehen. Abbildung 4.2-4 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

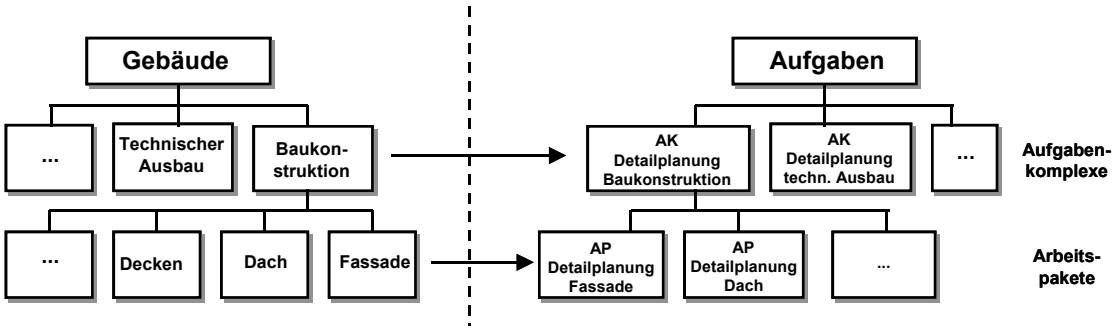


Abbildung 4.2-4: Zuordnung der Strukturobjekte

Erst wenn gewährleistet ist, dass dieses Objektstrukturmodell bzw. das damit beschriebene System der Strukturobjekte vollständig und konsistent ist, erfolgt die Anwendung als Klassifizierungs- und Gliederungssprinzip. Im gezeigten Beispiel erfolgt so die Untergliederung der Aufgaben nach den zuvor erarbeiteten Gebäudekomponenten auf unterschiedlichen, den Aufgabenebenen zuordbaren Hierarchieebenen. Hiermit kann eine z.B. Zuordnung der Planungsaufgaben zu den konkreten Produktkomponenten im Sinne eines „vereinfachten Produktstrukturmodells“ ermöglicht werden.

In diesem Rahmen stellt sich die Frage, wie das Objektstrukturmodell aufgebaut sein muss, um den thematischen Planungskontext vollständig zu beschreiben und um vor allem einen flexiblen Zugriff auf die im aktuellen Planungskontext benötigten Informationsobjekte (Planungs- wie auch Managementdaten) sicherstellen zu können.

4.2.2.3 Metamodell zur Beschreibung der strukturellen Zusammenhänge

Zur Klärung der Frage nach der Ausgestaltung der Strukturobjekte ist zunächst eine abstrakte systemtechnische Betrachtung notwendig. Hierzu wurde ein Meta-Modell entwickelt, welches die Prinzipien zur Vernetzung (Strukturierungskriterien) der Elemente des Projektmodells sowie der Strukturobjekte auf übergeordneter Ebene beschreibt. Abbildung 4.2-5 zeigt die Zusammenhänge in Form eines UML-Schemas.

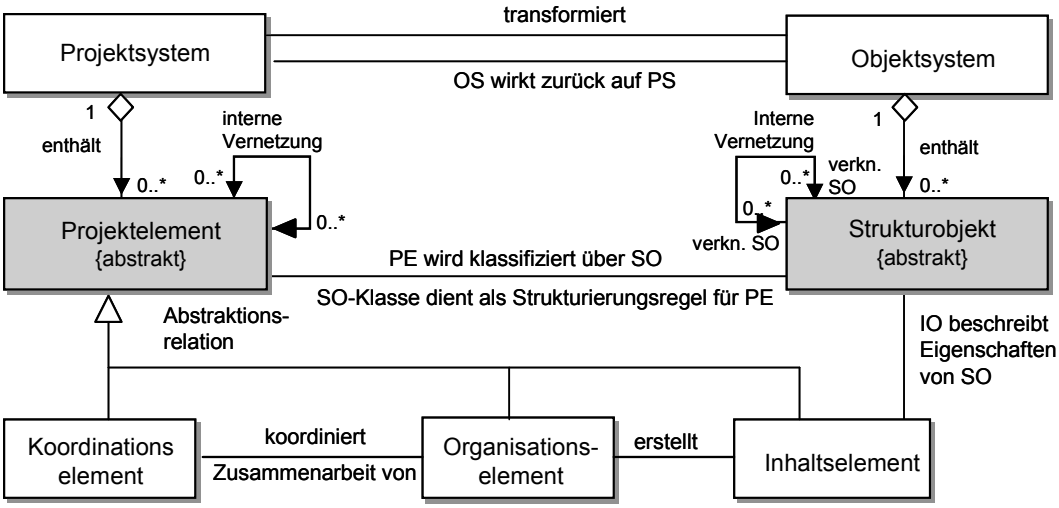


Abbildung 4.2-5: Metamodell zur Beschreibung des Projektmodells

Ein Projekt stellt ein sachgestaltendes Handlungssystem dar, dessen Hauptfunktion die Erstellung und Transformation von Sach- bzw. Objektsystemen ist (vgl. Kapitel 4.1.1). Abgeleitet aus dieser systemtechnischen Betrachtung beschreibt das Metamodell zum einen das eigentliche Projekt als Wirk- und Handlungssystem (vgl. Abschnitt 4.1.1), zum anderen das anhand des **Projektsystems** zu transformierende **Objektsystem**. Übertragen auf Planungsprojekte stellt die Transformation des Objektsystems die Planung eines entsprechendes Planungsobjektes (z.B. eines Gebäudes) dar.

Das Projektmodell stellt das Schema für die eigentlichen **Projektelemente** und deren Vernetzung dar. Die konkreten Elementklassen des Modells mit ihren Relationen werden in Kapitel 4.1.3 detailliert beschrieben. Die Elemente des Projektsystems untergliedern sich in die Klasse der **Organisationselemente**, welche anhand der Aufbauorganisation die involvierten organisatorischen Einheiten abbilden. Deren Zusammenarbeit wird koordiniert über sogenannte **Koordinationselemente**, wie z.B. Aufgaben und Prozesse. Diese regeln die Zusammenarbeit der organisatorischen Einheiten. Die von den organisatorischen Einheiten erzeugten Planungslösungen bzw. die im Planungsprozess erzeugten Informationen werden über die Klasse der **Inhaltselemente** abgebildet. Diese Inhaltselemente beschreiben somit das im Rahmen der Planung virtuell zu erstellende Planungsobjekt bzw. das projektrelevante **Objektsystem**. Dieser Planungsgegenstand wird im Verlauf eines Planungsprojektes ja nicht physisch erstellt, sondern existiert rein virtuell. Zum Aufbau einer der projektspezifischen Problemstellung angepassten Kooperationsstruktur sollte sich die Strukturierung dieser Projektelemente, wie z.B. die Gliederung der Aufgaben und die Zusammensetzung der Teams, am spezifischen Objektsystem orientieren, anhand dessen die Planungsinhalte beschrieben werden können. Für den Falll der Objektplanung kann das System der **Strukturobjekte** so unter anderem durch den Planungsgegenstand beschrieben werden.

Um die genannte Hauptfunktion der Objektplanung erfüllen zu können, muss das Projekt wiederum selbst bestimmte Forderungen erfüllen und gewisse definierte interne Soll-Zustände annehmen. Hieraus leitet sich die zweite Hauptfunktion des Projektsystems ab, nämlich die funkti-

onsorientierte Zustandsveränderung des Projektsystems selber. Dies bedeutet den Aufbau und die Steuerung des Projektsystems selber als soziotechnisches System durch die Aufnahme und Transformation von Menschen und Sachsystemen, wie Kosten, Ressourcen etc. im Rahmen des Projektmanagements. Für den Bereich des Projektmanagements und die hierbei zu transformierenden bzw. zu verwaltenden Managementinformationen gestaltet sich die Klassifizierung so etwas schwieriger, da diese Managementtätigkeiten nicht direkt aus der Transformation des Planungsgegenstandes abgeleitet werden können: Die im Rahmen von Managementtätigkeiten vom Projektsystem erzeugten und koordinierten Objekte des Sachsystems, wie z.B. zu bildende Teams, werden wiederum zu einem Teil des Projektsystems selbst. Die systeminhärente Zustandsänderung im Projektmodell bedeutet also eine Transformation des Projektes durch sich selbst. Bei genauer Betrachtung wird deutlich, dass es sich hierbei um eine Art selbstreferenzielles System handelt, da das entstandene Sachsystem auf das Projektsystem zurück wirkt und teilweise sogar zu dessen Bestandteil wird. Der Aufbau des **Objektstrukturmodells** muss diese Tatsache entsprechend berücksichtigen, indem auch Elemente oder Elementklassen des Projektsystems selbst als Strukturobjekte spezifiziert werden können. Das System der Strukturobjekte setzt sich also zusammen aus Elementen des Objektsystems (Objektstrukturmodell) und Elementen des Projektsystems selber.

Instanziierung des Metamodells

Das Metamodell beschreibt das Schema zum Aufbau eines Projektmodells sowie eines Objektstrukturmodells und deren Wechselwirkungen. Dementsprechend repräsentieren die Instanzen des Metamodells bzw. die Instanzen der Klassen Projektelement und Strukturobjekt wiederum die konkreten Klassen des Projektmodells und des Objektstrukturmodells.

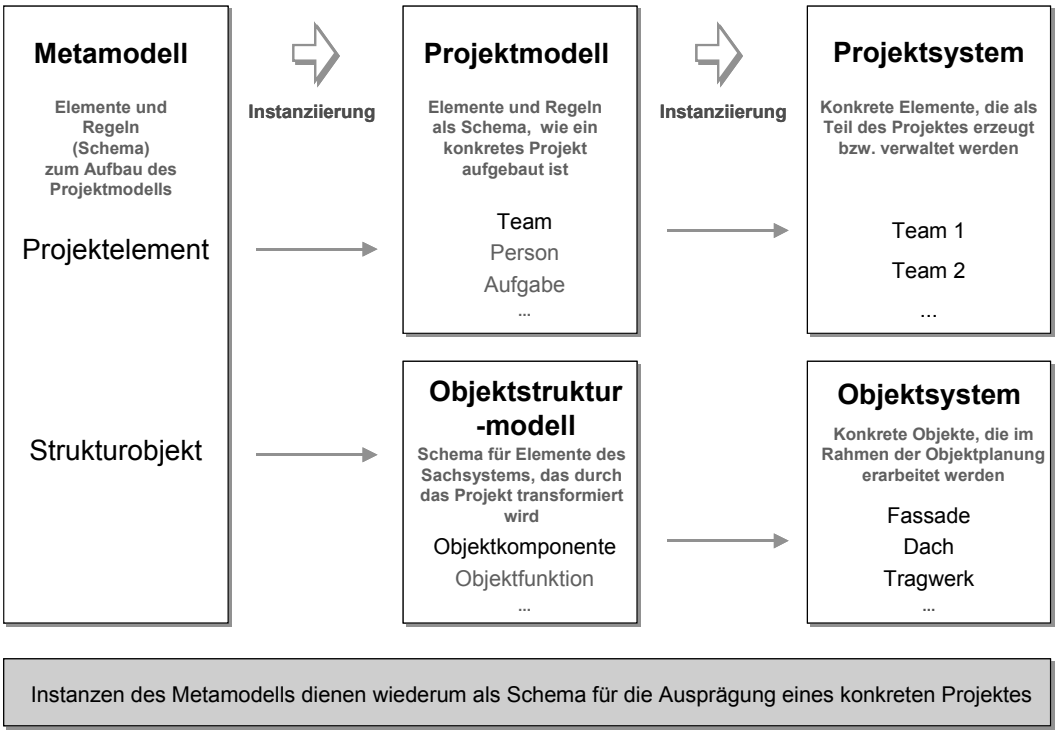


Abbildung 4.2-6: Instanziierung des Metamodells

Diese stellen wiederum das Schema dar für die Instanzen, die beim der Initiierung eines Projektes konkret erzeugt und gehandhabt werden, wie z.B. die im Projekt gebildeten Teams, die erarbeiteten Aufgaben und Ziele. Die Instanzen des Objektstrukturmodells werden aus der abstrakten Klasse „Strukturobjekt“ abgeleitet. Die konkreten projektspezifischen Ausprägungen dieser Strukturobjektklassen (wie z.B. die Klassen „Raum“ oder „Elementtyp“), repräsentieren unter anderem das im Projekt konkret geplante (und realisierte) Objekt und dessen Komponenten. Die folgende Abbildung erläutert diesen Zusammenhang noch einmal.

Die folgende Abbildung 4.2-7 verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen Projekt- und Strukturobjekten auf Abstraktionsebene des Projektmodells. Die Projektobjekte sind im äußeren Bereich der Grafik dargestellt. Sie repräsentieren die Elemente der Teilmodelle und verfügen zum einen über eine klasseninterne präkoordinative Struktur, wie z.B. die ablauflogischen Verknüpfungen der Prozesse. Zum anderen stehen die verschiedenen Objektklassen untereinander in enger Wechselwirkung, welche ebenfalls über direkte klassenübergreifende Relationen abgebildet werden, wie z.B. die Überführung von Zielen in Anforderungen.

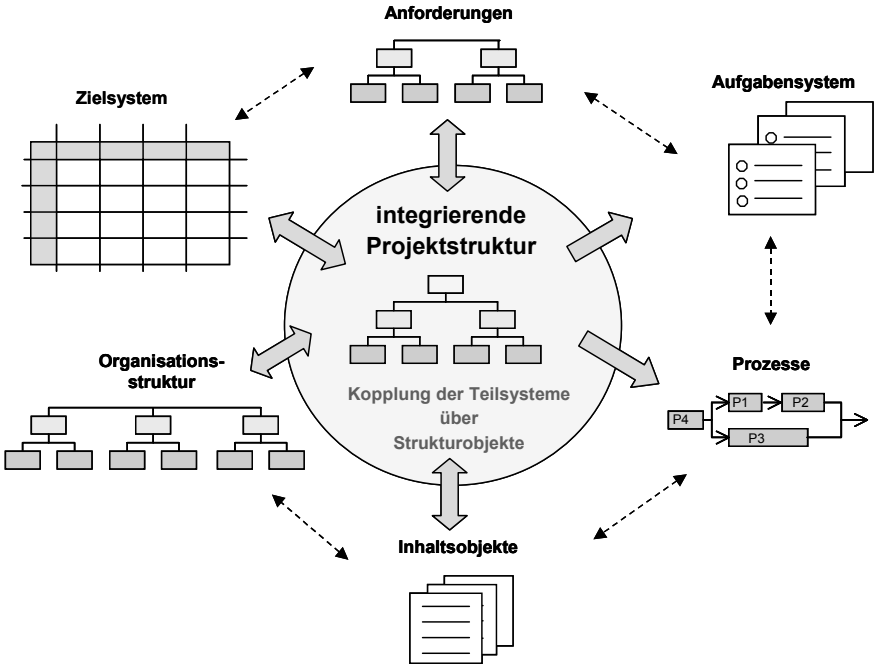


Abbildung 4.2-7: Konzept einer integrierenden Projektstruktur

Die zusätzliche flexible thematische Kopplung dieser Teilstrukturen erfolgt über die genannten Strukturobjekte, welche unter anderem im Sinne einer Postkoordination als Klassifikationskriterien zur Generierung logischer Zugriffsmechanismen sowie als Gliederungsregeln dienen. Über die konsequente Anwendung der spezifizierten Klassifizierungsprinzipien in allen Teilmodellen wird dabei eine bessere Abstimmung und Koppelbarkeit der Teilstrukturen erreicht. Zudem können über diese Strukturobjekte funktionale und bauteil- oder prozessbezogene Wechselwirkungen transparent gemacht werden (vgl. Ausführungen zum Zielkonfliktmanagement in Kapitel 4.3.3.5). Diese integrierende thematische Struktur erleichtert neben der internen Vernetzung auch die Schaffung von Schnittstellen vom System nach außen. So kann z.B. eine Anbindung

externer Werkzeuge (vgl. Musterpflichtenheft in Abschnitt 4.3.4.6) oder externer Produktdatenmodelle (vgl. Kapitel 5.4.10.2) über eine entsprechende objektorientierte Gliederung der Projektstruktur erreicht werden.

4.2.3 Das Objektstrukturmodell

Die zur Abbildung der Gliederungskriterien genutzten Strukturobjekte repräsentieren als vernetzte Begriffssysteme das Sach- bzw. **Objektsystem**, nach welchem die Projektelemente im Rahmen der Bildung der Projektstruktur untergliedert werden. Sie spezifizieren als eine Art „Ordnungsstruktur“ die anzuwendenden Strukturierungsregeln und Klassifikationskriterien. Bei der Entwicklung von Projektstrukturen hat es sich allerdings entgegen den in der Baupraxis oft üblichen Ansätzen nach Schelle und Reschke [SRSS94] als sinnvoll erwiesen, die Klassifizierungskriterien und damit die Strukturierungsregel zu standardisieren, nicht jedoch die konkreten Inhalte selber, nach denen strukturiert wird. Das heißt, es wird das Merkmal festgelegt, welches als Kriterium dient, nicht aber dessen mögliche Ausprägungen. Ein Beispiel ist z.B. die Nutzung von „Objektkomponenten“ als Klassifizierungskriterien, wobei der konkrete Aufbau der Komponenten zum Gesamtsystem projektspezifisch je nach Planungsgegenstand festgelegt werden kann. So können gerade bei innovativen Entwicklungsprojekten die Spezifika des einzelnen Projektes entsprechend berücksichtigt werden. Das Objektstrukturmodell mit seinen Strukturobjekten als konkrete Ausprägungen der Strukturierungskriterien ist daher projektspezifisch zu erarbeiten, da es am jeweiligen Projekttyp und dessen Inhalt auszurichten ist. Ist der Projektkontext z.B. die Gebäudeplanung, so ist eine am Gebäude orientierte Strukturierungssystematik zu wählen.

Informations- und Strukturkonkretisierung im Planungsverlauf

Planungsprojekte weisen – gerade zu Projektbeginn – eine hohe Unschärfe bezüglich des Planungsvorgehens aber auch bezüglich der Gestaltung des Planungsgegenstandes auf. Diese Unschärfe bezieht sich nicht nur auf die Informationsinhalte (Attribut-Unschärfe) sondern – was viel schwieriger zu handhaben ist – auch auf die interne und externe Informationsstruktur. Anforderung an die hier zu entwickelnden Konzepte ist es, diese Strukturen und auch Inhalte zunächst – entgegen der Handhabung in der Praxis – sehr unscharf formulieren zu können und deren Konkretisierung in den Planungsprozess einzubinden. Bisherige Forschungsvorhaben im Baubereich [vgl. RaBu02, MeRü02, sowie IAI00] beschränken sich diesbezüglich auf die Verwaltung konkreter Gebäudeelemente. Durch das Fehlen abstrakter Objekte wird hier die Handhabung der Unschärfe erschwert bzw. behindert. Der hier gewählte Lösungsansatz stellt die Anpassung der Strukturierung an ein planungsmethodisches Vorgehensmodell (vgl. Kapitel 4.7) dar, welches entsprechend einem ganzheitlichen-systemischen Ansatz die Synthese der Systeme zunächst sehr abstrakt und funktionsorientiert betrachtet und erst zu einem späteren Zeitpunkt – basierend auf dem bereits gewonnenen Lösungswissen – genauere Konstruktionsprinzipien entwickelt und daraus letztendlich konkrete Bauteile ableitet und ausarbeitet (vgl. VDI 2221). An eine integrierende Projektstruktur stellt sich somit die Anforderung, diese verschiedenen Konkretisierungsstufen des Planungsgegenstandes abbilden zu können.

Klassen der Strukturobjekte

Zur vollständigen Beschreibung des Objektsystems, welches über die Strukturobjekte repräsentiert wird, sollen die in Kapitel 4.1.1 genannten Kriterien zur Beschreibung von Systemen herangezogen werden:

- Beschreibung des Systemaufbaus durch die Identifizierung der Systemkomponenten und deren Struktur
- Spezifizierung der Funktionen, welche das System erfüllen soll
- Erfassung der Systemgrößen, welche als Flussgrößen anhand der Systemfunktionen transformiert werden
- Erfassung des Systemdynamik durch Abbildung der Lebenszyklusphasen

Zur Beschreibung des Systemaufbaus wird das Objektsystem in einzelne Objekte und **Objektkomponenten** zerlegt. Um dem in Kapitel 4.7.2 beschriebenen planungsmethodischen Vorgehensmodell folgend die phasenbezogene Konkretisierung des Planungsgegenstandes bzw. Objektsystems abbilden zu können, reicht eine nur die Systemkomponenten betreffende Beschreibung des Systems nicht aus, da der konkrete Aufbau und die Struktur des Systems zu Beginn des Projektes noch gar nicht bekannt ist bzw. im Verlauf der Planung ja erst erarbeitet wird. Um diese strukturelle Unschärfe des Objektsystems handhaben zu können, soll zusätzlich eine Beschreibung des Systems auf abstrakter funktionaler Ebene ermöglicht werden. Über diese **Systemfunktionen** kann das funktionale Verhalten eines Systems beschrieben werden, ohne dessen konkreten Aufbau (Systemkomponenten und Struktur) bereits spezifizieren zu müssen. Die Abbildung von Systemfunktionen erlaubt so eine Betrachtung des Systems als „Black-box“ .

Neben der Festlegung des Systemaufbaus und den vom System ausgeführten Funktionen wird ein System vor allem durch die konkreten Ausprägungen seiner Systemmerkmale beschrieben, welche den Zustand des Systems spezifizieren. Zieht man eine systemtechnische Betrachtungsweise zur Beschreibung von Systemen heran (vgl. Abschnitt 4.1.1), so lassen sich alle Merkmale des Objektsystems auf die **Systemgrößen** Energie, Materie und Information zurückführen [Ropo75]. Durch diese Grundgrößen bzw. Untergliederungen von ihnen können daher sowohl die Systemzustände beschrieben werden als auch die Schnittstellen, welche sich auf Input und Output dieser Größen als Flussgrößen beziehen. Statische Systemgrößen stellen Zustandsklassen dar und dienen zur Gliederung von Qualitätsmerkmalen. Systemgrößen stellen so die „Stellgrößen des Objektplanung“ dar, da über die Zustände dieser Größen die Qualitäten des Planungsobjektes sowie deren Funktionen, welche Transformation der Größen darstellen, bestimmt werde können.

Der Zustand eines Systems ist allerdings nicht als statisch zu betrachten, sondern verändert sich über dessen Lebenszyklus. Um diese Dynamik des Systems besser Abbilden zu können, wird zudem eine Klassifizierung der Projektelemente zu den verschiedenen **Lebenszyklusphasen** des Objektsystems ermöglicht. Wichtig erscheint hierbei eine Erfassung von Phasen sowohl des Projekt- als auch des Sachsystems (vgl. Abschnitt 4.2.2) :

- Lebenszyklusphasen des Objektsystems
- Projektphasen als Lebenszyklusphasen des Projektsystems

Eine Klassifizierung der Planungsinformationen nach Projektphasen ermöglicht eine am Planungsvorgehen orientierte Kapselung der projektrelevanten Informationen und eine phasenbezogene Konkretisierung der Planungsinhalte (evolutionäre Struktur). Eine Strukturierung der Kooperationselemente nach Lebenszyklusphasen des Planungsobjektes ermöglicht über die Berücksichtigung von Zielen und Anforderungen zukünftiger Zeiträume, wie Betrieb oder Sanierung, eine vertikale Integration [vgl. Forg99] des Planungsprozesses und über diese Erfassung von Funktionsveränderungen eine Berücksichtigung von Aspekten der Nachhaltigkeit, wie Flexibilität oder Variabilität.

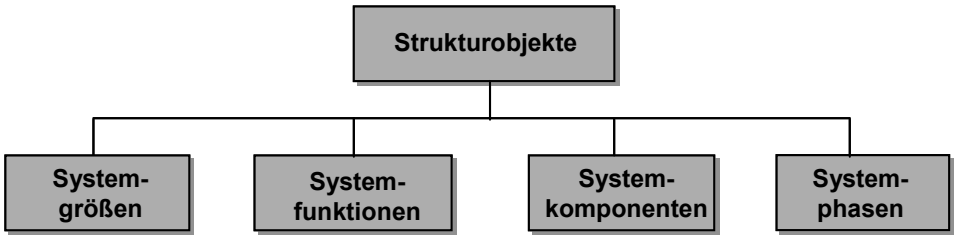


Abbildung 4.2-8: System der Strukturobjekte

Um die genannten Anforderungen berücksichtigen zu können, werden, wie Abbildung 4.2-8 zeigt, folgende Klassen von Strukturobjekten spezifiziert.

- Systemgrößen bzw. Flussgrößen
- Systemfunktionen
- Komponenten und Teilsysteme des Systems
- System-Lebensphasen

Bezugssysteme der Strukturobjekte

Generelles Ziel dieser Arbeit ist die Unterstützung der Projektdurchführung sowohl auf Seiten der eigentlichen Objektplanung als auch auf Seiten des Managements. Neben der Abbildung von Primärprozessen zur Objektplanung (vgl. Kapitel 1.1) werden zudem sogenannte Sekundärprozesse unterstützt. Diese Sekundärprozesse bilden als projektinterne Leistung die Prozesse des Projektmanagements ab. Sie bilden so den koordinierenden Rahmen für die Durchführung der Primärprozesse. In dem hier vorgestellten Projektmodell dienen sie konkret zur Modellierung und Koordination der Elemente des Projektmodells selbst. Wie anhand des Metamodells erläutert, bedeutet dies, dass auch die die Elemente des Projektsystems selber im System der Strukturobjekte erfasst werden müssen. So sind neben dem im Rahmen des Projektes zu erzeugenden Objektsystem als Planungsgegenstand auch Objekte des Projektmodells selbst als Bezugsobjekte zu berücksichtigen, wie z.B. die zu erzeugenden und zu koordinierenden Teams. Bei der Instanziierung der beschriebenen Strukturobjekt-Klassen ist also, wie

folgende Abbildung zeigt, zum einen das Objektsystem des eigentlichen Planungsgegenstandes als auch das Projektsystem selber zu berücksichtigen.

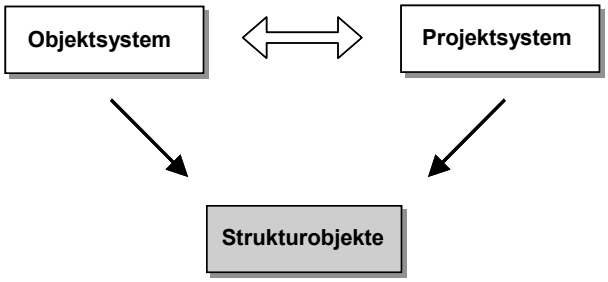


Abbildung 4.2-9: Bezugssysteme der Strukturobjekte

Bezugnehmend auf das in Abschnitt 4.2.2.3 beschriebene Metamodell leiten sich die Strukturobjekte so aus folgenden Teilsystemen ab:

- Objektsystem: Sachsysteme der Objektplanung
- Projektsystem: Sachsystem des Projektmanagements

Das hier beschriebene Konzept stellt somit einen erweiterten Ansatz zu den zur Zeit als Grundlage zur Modellierung von Planungsprozessen herangezogenen Produktmodelle dar (vgl. Abschnitt 2.3.1.2 sowie [RaBu02, MeRü02, Damr02, Will02]), bezugnehmend auf die nur Primärprozesse zur Transformation des Planungsobjektes selbst abgebildet werden können.

4.2.3.1 Das Sachsystem der Objektplanung

Im folgenden Abschnitt wird auf die verschiedenen Strukturobjektklassen (Funktionen, Komponenten, Systemgrößen und Phasen) für das Sachsystem der Objektplanung eingegangen. Auf den ersten Blick liegt der Gedanke nahe, das Sachsystem der Objektplanung mit dem Planungsgegenstand bzw. dem Planungsobjekt gleichzusetzen. Ansätze des DFG-SPP1103 [Rüpp00] ziehen so ein Produktmodell als Grundlage der Modellierung der Planungsprozesse heran. Hiermit können die Prozesse abgebildet werden, welche im Rahmen der Objektplanung der eigentlichen Entwicklung des Planungsobjektes (direkter Liefer- und Leistungsumfang) dienen. Die Produktstruktur ist dabei am jeweiligen Planungsgegenstand auszurichten und projektspezifisch zu entwickeln.

***Anmerkung**: Der Begriff des Produktmodells hat sich zwar mittlerweile im Baubereich etabliert, hat seinen Ursprung allerdings eher im Bereich der Konsumgüterentwicklung und Fertigung. Im Bereich der Architektur- bzw. Bauplanung wird der Planungsgegenstand zumeist als Objekt bezeichnet, was den Charakter einer Immobilie wesentlich besser wiederspiegelt. Auch § 3 der HOAI [HOAI] definiert „Gebäude, sonstige Bauwerke, Anlagen, Freianlegen und raumbildende Ausbauten“ als Objekte. Daher soll im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit der Begriff des Objektmodells zur Repräsentation des Planungsgegenstandes herangezogen werden.*

Viele z.T. aufwendige Tätigkeiten, wie Objekttests, Dokumentation, die Entwicklung von Prototypen etc. sind allerdings aus den Komponenten des Planungsobjektes direkt nicht ableitbar - bei F+E-Projekten sind dies nach Schelle und Reschke [SRSS94] z.T. mehr als 50% der Leistungen. Sinnvoll erscheint daher eine Ermittlung aller physischen Objekte die im Rahmen der Objektplanung erstellt werden, auch wenn sie nicht zum direkten Leistungsumfang des Planungsobjektes gehören. Das projektrelevante Objektsystem soll daher nicht auf das reine Planungsobjekt beschränkt werden sondern wird in dem hier beschriebenen Ansatz um diese „Hilfsmittel der Objektplanung“ ergänzt. Dadurch können zusätzlich Prozesse abgebildet werden, die der Erstellung von Hilfsmitteln der Objektplanung dienen, wie z.B. der Erstellung von Gutachten oder der Entwicklung von Prototypen zu Testzwecken. Wie Abbildung 4.2-10 zeigt, setzen sich das Objektsystem daher zusammen aus:

- Planungsobjekt (z.B. Gebäude und seine Gebäudekomponente)
- Hilfsmitteln der Objektplanung (z.B. Prototypen, Nebenerzeugnisse)

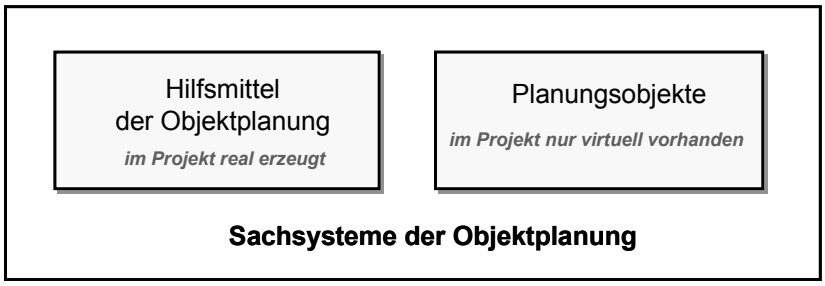


Abbildung 4.2-10: projektrelevante Sachsysteme der Objektplanung

Planungsbegleitende Konkretisierung des Objektsystems

Bei innovativen Projekten ergibt sich bei der Beschreibung des Objektsystems oft das Problem, dass sehr früh physische Komponenten als Ergebnis aufgeführt werden, obwohl deren Ermittlung und inhaltliche Klärung erst später im Projektverlauf im Rahmen der Lösungskonzeption erfolgt. Eine mögliche Ausprägung der Objektstruktur früher Planungsphasen ist daher eine funktionale Beschreibung, d.h. die Strukturierung des Planungsobjektes in abstrakte Funktionen, welche als „black-box“ betrachtet werden, nicht in physische Bausteine.

Im Bereich der allgemeinen Konstruktionsmethodik (vgl. z.B. [VDI 2221] sowie [PaBe93, Roth00 und Rude98]) wird zur Ermöglichung eines planungsmethodisch sinnvollen Vorgehens vom abstrakten Lösungsansatz bis hin zur detaillierten Ausarbeitung konkreter Bauteile zunächst ein funktionsorientiertes Planungsvorgehen vorgeschlagen. In Kapitel 4.7 wird ein in Grundzügen an diese Ansätze angelehntes Modell für ein methodisches Entwicklungsvorgehen beschrieben, das ebenfalls eine Überführung einer zunächst funktionsorientierten Struktur zu Projektbeginn über die Entwicklung prinzipieller Konstruktionsprinzipien bis hin zu den konkreten Produktkomponenten bzw. Elementen vorsieht. Die folgende Abbildung verdeutlicht die hierzu im Rahmen der Arbeit vorgesehenen Konkretisierungsstufen.

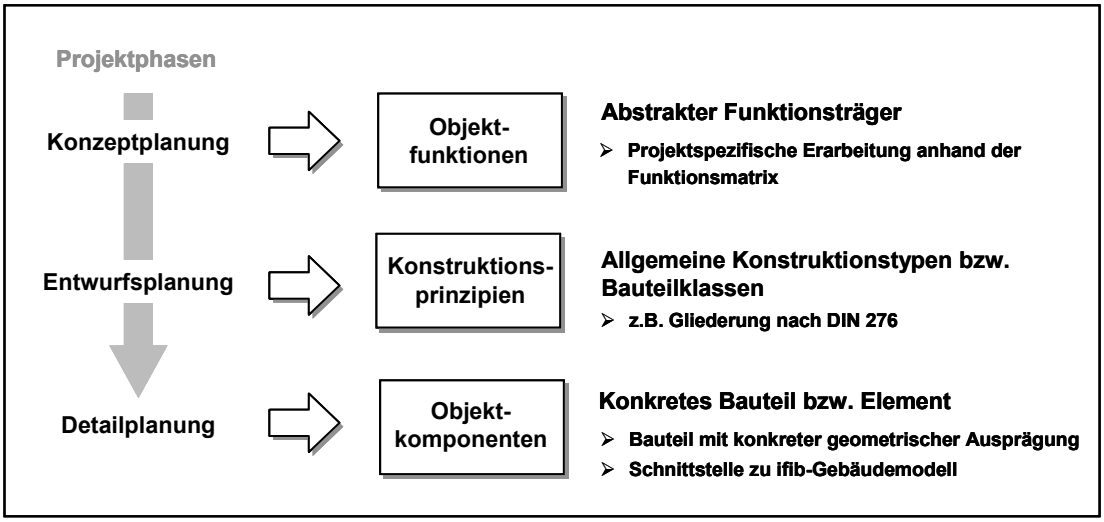


Abbildung 4.2-11: planungsbegleitende Produktkonkretisierung

Eine funktionale Strukturierung der Kooperationsobjekte nach Objektfunktionen, nicht physischen Bausteinen, stellt somit gerade für die ersten Projektphasen eine sinnvolle Konkretisierungsebene dar. Ein Beispiel wäre z.B. die Funktion „Belichtung“. Hiermit können z.B. Aufgaben zur Planung dieser abstrakten Funktion spezifiziert werden, ohne, dass man festschreiben muss, mit welchen konkreten Bauteilen diese Funktion später realisiert werden soll. Zudem können auch bereits Anforderungen bezüglich der Qualität der Belichtung an diese abstrakte Funktion als Bezugsobjekt gestellt werden. Diese funktionale Systembeschreibung erlaubt damit eine an einem planungsmethodischen Vorgehen orientierte Entwicklung der Strukturobjekte. Durch die Einführung dieser abstrakten funktionalen Ebene kann ein verfrühtes Festlegen auf einen detaillierten Objekt- oder Projektaufbau vermieden werden.

Mit dem hier beschriebenen Ansatz wird es ermöglicht, eine Art vereinfachtes „dynamisches Objektstrukturmodell“ zu spezifizieren, das sich den jeweiligen Wissensstand des Projektes durch unterschiedliche Konkretisierungsniveaus zur Objektrepräsentation anpasst. Herkömmliche Standards zur Produktmodellierung, wie z.B. die Industry Foundation Classes (IFC2x) der IAI (International Alliance for Interoperability) (vgl. Abschnitt 4.2.3.1.3 sowie [IAI00]) oder die Produktspezifikation über die bauspezifischen Anwendungsprotokolle von STEP [ISO10303-225] unterstützten eine Abbildung der genannten Konkretisierungsniveaus nur sehr bedingt (vgl. Kapitel 2.3). In den IFC werden so z.B. für die Phase des „Schematic Design“ als abstrakte Elementklassen lediglich sogenannte „bubbles“ angeboten, welche als Vorstufe zur Erarbeitung der räumlichen Gebäudebereiche dienen. Der Designprozess der IFC erfasst zwar, wie in der folgenden Grafik ersichtlich, verschiedener Designschritte mit entsprechenden Objektrepräsentationsklassen. Ein funktionsbasierter Designprozess mit durchgängiger Beschreibung des Objektsystems über alle Projektphasen hinweg kann hierdurch allerdings nur bedingt unterstützt werden. Für die Abbildung der konkreten Objektstruktur in späteren Planungsphasen erscheint eine Anlehnung an das IFC-Modell, wie in Abschnitt 4.2.3.1.3 beschrieben, jedoch sinnvoll.

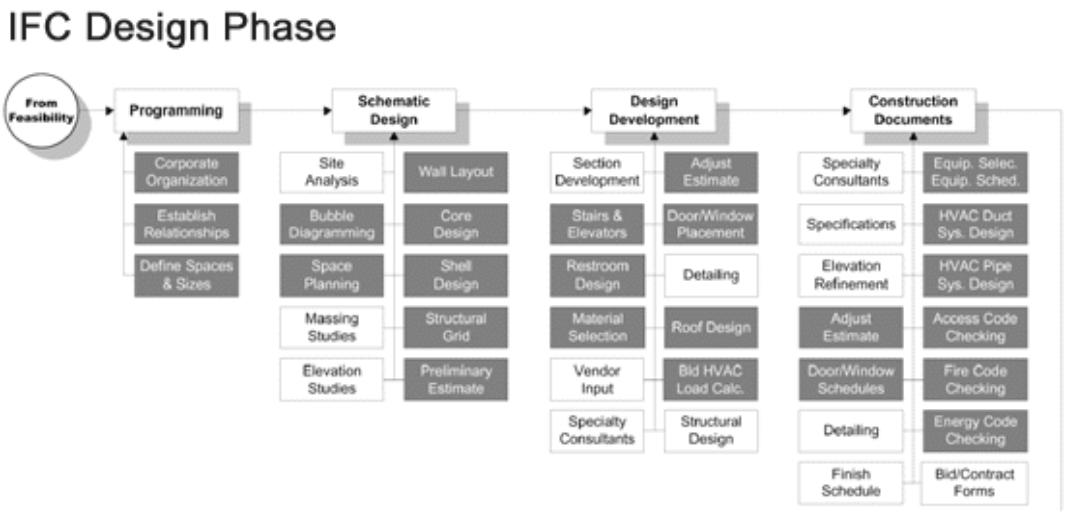


Abbildung 4.2-12: Phasenorientierte Aufgaben zur Produktplanung der IFC [IFC2x]

Anmerkung: *An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Erarbeitung eines dynamischen Objektmodells eine eigene umfangreiche und komplexe Problemstellung darstellt. Zur Zeit befassen sich gerade im Baubereich verschiedenen Forschungsvorhaben (vgl. Kapitel 2.3) primär mit diesem Thema des Produktmodellierung. Im Rahmen dieser Arbeit soll dieser Themenbereich daher nur angerissen werden, da der thematische Schwerpunkt auf der Erarbeitung des Projektmodells liegt. In diesem Kapitel geht es also nicht um Spezifikation eines konsistenten Objektmodells, sondern um die Erarbeitung von objektorientierten Strukturierungskriterien für die Elemente des Projektmodells.*

4.2.3.1.1 Systemgrößen des Objektsystems

Zieht man eine systemtechnische Betrachtungsweise zur Beschreibung von Systemen heran (vgl. systemtechnische Grundlagen in Kapitel 2.2), so lassen sich alle Systemmerkmale auf die Grundgrößen Energie, Materie und Information zurückführen [Ropo75]. Durch diese Grundgrößen bzw. Untergliederungen von ihnen können sowohl die Systemzustände beschrieben werden als auch die Schnittstellen, welche sich auf Input und Output dieser Größen als Flussgrößen beziehen. Statische Systemgrößen stellen Zustandsklassen dar und dienen zur Spezifizierung von Qualitätsmerkmalen. Sogenannte Systemfunktionen dienen zur Transformation dieser System bestimmenden Systemgrößen (Energie, Materie, Information) über die Dimensionen Raum und Zeit

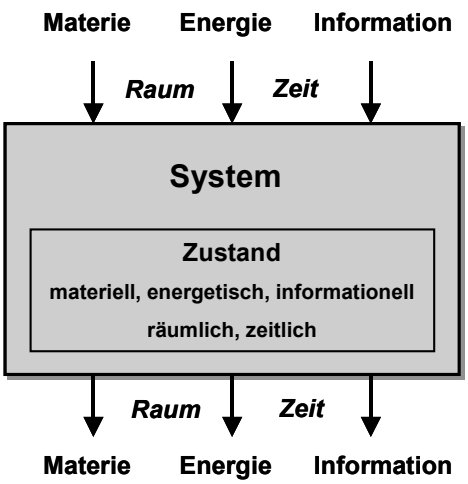


Abbildung 4.2-13: Grundgrößen von Systemen

Bezieht man diese Größen als Flussgrößen zudem auf die durch das entsprechende Bezugssystem (vgl. Abschnitt 4.7.2.1.1.) festgelegte Systemschnittstelle, wie z.B. „Objekt-Umwelt“, so lässt sich hierüber die übergeordnete Struktur und eine Integration des Systems in das übergeordnete Systemumfeld beschreiben. Eine solche auf der Untersuchung von Flussgrößen beruhende Systemumfeldanalyse ist gerade im Rahmen der Zielplanung (vgl. Kapitel 4.3) von grundlegender Bedeutung. Systemgrößen werden so zu den Stellgrößen des Objektplanung, da über Zustände dieser Größen die Qualitäten des Planungsobjektes sowie deren Funktionen, welche der Transformation der Größen dienen, bestimmt werde können. Durch die Anwendung von Systemgrößen als Strukturobjekte können daher gerade im Ziel- und Anforderungssystem, mit dem Merkmale und Zustände eines Systems bzw. Objektes als Soll-Werte beschrieben werden, eine sinnvolle Klassifizierungen erreicht werden.

Durch die Erfassung dieser Systemgrößen und ihrer Flüsse wird zudem die Durchführung von Lebenszyklusanalysen (LZA) [Kohl03] ermöglicht. Der Nachweis der Nachhaltigkeit einer baulichen Lösung erfordert dabei verschiedene Nachweismethoden. Alle zur Zeit verwendeten Verfahren zur Abschätzung der Umweltbelastung durch den Bauprozess beruhen auf reinen Energie- und Stoffflussbilanzen [vgl. BaBa96, Kohl97]. Zur Gewährleistung einer ganzheitlichen Betrachtung können diese Energie- und Stoffflussmodelle erweitert werden durch die Überlagerung von monetären Flüsse [Odum71]. Im Rahmen der integrierten Lebenszyklusanalyse (LZA) [KoLü02] wird die klassische Energie- und Stoffflussbilanzierung daher ergänzt und erweitert durch eine Gesamtkostenrechnung. Diese gleichzeitige Modellierung von Stoff- Energie und monetären Flüssen erlaubt die Abschätzung der Auswirkungen von Einzelmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen und über mehrere Stufen [Kohl03]. Die systemtechnische Betrachtungsweise soll daher für den Anwendungsfall der Bauplanung um den Aspekt der Finanzen ergänzt werden. Betrachtet man Planung als einen hauptsächlich Informationsverarbeitenden Prozess, so stellt zudem die Modellierung der Größe Information eine wichtige Grundlage zur Durchführung von Planungsprojekten dar. Zusammenfassend sollen folgende Systemgrößen zur Beschreibung des Objektsystems herangezogen werden:

- Materie
- Energie
- Finanzen
- Information

Technisch physikalische Aspekte können so über die Systemgrößen Materie und Energie abgedeckt werden. Ökonomische Planungsaspekte über die Größe Finanzen. Soziokulturelle Aspekte, wie z.B. die Erhaltung oder die Vermittlung kulturellen Wissens, können zu einem großen Teil aus der Systemgröße **Information** und deren Einbindung in den Kontext der übergeordneten Umgebungssysteme, wie z.B. Gesellschaft, abgeleitet werden. Ob soziokulturelle Aspekte vollständig aus diesen Grundgrößen hergeleitet werden können, wird im Projekt LuZie [BoSi01] anhand eines Praxisszenarios untersucht.

Projektspezifische Ableitung der Systemgrößen

Die Systemgrößen zur Beschreibung des Objektsystems können projektspezifisch aus diesen abstrakten Grundgrößen Materie, Energie, Finanzen und Information abgeleitet werden. Folgende Grafik zeigt exemplarisch mögliche Konkretisierungen bzw. Spezialisierungen.

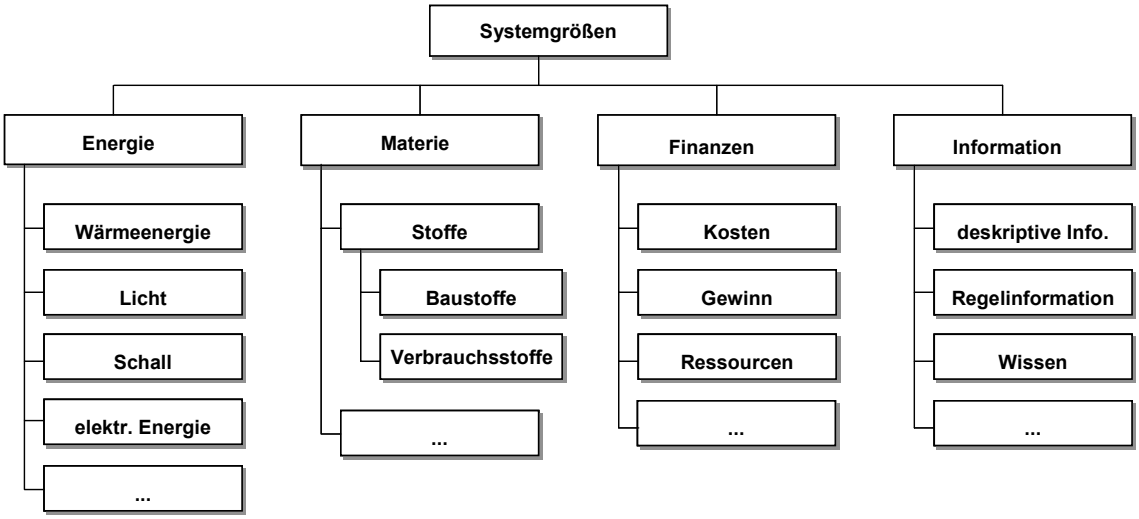


Abbildung 4.2-14: Klassen der Systemgrößen

Die Systemgrößen bauen aufeinander auf bzw. bedingen sich gegenseitig. So ist z.B. der finanzielle Wert eines Produktes sehr eng an dessen materielle Gestalt bzw. Substanz gebunden oder Materie dient als Träger von Informationen. Die Unterscheidbarkeit von Grundgrößen basiert nach Rude [Rude98] auf ihrer Kontinuität in der Zeit (vgl. z.B. Energieerhaltungssatz oder Stoffbilanz).

4.2.3.1.2 Funktionen des Objektsystems

Über **Systemfunktionen** kann das funktionale Verhalten eines Systems beschrieben werden, ohne dessen konkreten Aufbau (Systemkomponenten und Struktur) spezifizieren zu müssen. Die Abbildung von Systemfunktionen beruht so auf einer Betrachtung des Systems als „blackbox“ und ermöglicht die Systembeschreibung auf rein funktionaler Ebene. Die Erarbeitung solcher Funktionsstrukturen fördert das abstrakte Denken im Planungsprozess und schafft somit Offenheit für neuartige Lösungsansätze. Im Gegensatz zum mathematischen Begriff der Funktion, welcher eine 1:1-Abbildung von Elementen einer Menge beschreibt, ist im Rahmen dieser Arbeit eine Systemfunktion wie folgt definiert:

Definition Eine **Systemfunktion** beschreibt als ein systembezogener Transformationsprozess die Überführung der System bestimmenden Größen (Energie, Materie, Finanzen und Information) über die Dimensionen Raum und Zeit unter Berücksichtigung des Systemzustandes.

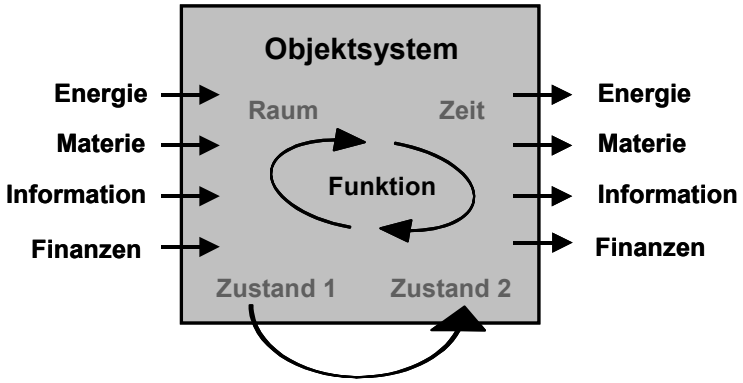


Abbildung 4.2-15: funktionsbasierte Transformation der Systemgrößen

Objektfunktionen stellen Funktionen dar, welche das zu planende Objekt bzw. das Objektsystem zur Erfüllung seines Zwecks ausübt. Ein Beispiel wäre z.B. die Objektfunktion „Klimatisierung“. Durch die Nutzung der Objektfunktionen als Strukturobjekte können so bereits Anforderungen spezifiziert werden, welche vor der Entwicklung konkreter Bauteile die Leistungsmerkmale bzw. Qualitäten der Funktion als Sollwerte beschreiben. Bezugnehmend auf das genante Beispiel „Klimatisierung“ können bereits Anforderungen bezüglich der Art des Klimatisierung, des Energieverbrauchs oder des Wirkungsgrades spezifiziert werden, welche sodann Grundlage zur Planung der konkreten Komponenten dienen. Die Objektfunktionen dienen daher vor allem zur Gliederung der als Leistungsmerkmale beschriebenen Produktanforderungen sowie der hieraus abgeleiteten funktionalen Planungskonzepte (vgl. Kapitel 4.7.2.1.2).

Die Objektfunktionen transformieren Objekte und deren Zustände, welche über die genannten Systemgrößen Materie, Energie, Informationen und Finanzen spezifiziert werden. Bei der Transformation dieser Größen und den damit verbundenen Zustandsveränderungen des Objektsystems sollen folgende Funktionstypen berücksichtigt werden:

- Die Überführung von Input- zu Output-Attributen ohne Zustandsveränderung des Systems selber wird als **Input-Output-Transformation** bezeichnet.
- **Input-Zustands-Transformationen** beschreiben die Zuführung von Systemgrößen zur Veränderung oder Aufrechterhaltung des internen Systemzustandes.
- **Zustands-Output-Transformationen** beschreiben die Änderung des internen Systemzustandes zur Abgabe der Systemgrößen.

Diese Objekttransformationen können über sogenannte **Funktionsverben** beschrieben werden. Bezugnehmend auf Roth [Roth00] können dabei folgende allgemeine Transformationsarten berücksichtigt werden, die an den jeweiligen Projektkontext angepasst werden können:

- Speichern
- Transportieren
- Wandeln
- Verknüpfen

Um spezifizieren zu können, was innerhalb eines Systems transformiert werden soll, können die Funktionsverben auf die Systemgrößen und Unterteilungen von diesen als Funktionsobjekte angewandt werden. Ein Beispiel hierfür ist z.B. „Wärmeenergie speichern“ oder „Firmenimage (als Informationen über Ausrichtung des Unternehmens) an Kunden vermitteln“.

Vernetzung zu Funktionsstrukturen

Aus diesen Grundfunktionen können über Funktionsvernetzungen auch komplexere Objektfunktionen abgebildet werden. Rude und Roth [Rude98 und Roth00] gehen hierauf detailliert ein. Diese Objektfunktionen beziehen sich dabei nicht mehr nur auf einzelne Flussgrößen sondern auf gesamte Teilsysteme oder Bezugsobjekte. Diese durch das Produkt transformierten Objekte, müssen dabei am jeweiligen Projektkontext ausgerichtet werden. So sind z.B. bei der funktionalen Beschreibung eines Gebäudes auch die Gebäudenutzer als „Transformationsobjekte“ zu betrachten. Ein Beispiel für eine Objektfunktion wäre z.B. der „Transport von Personen“.

Zur Abbildung von Funktionsstrukturen existieren verschiednen allgemeine Ansätze (vgl. Kapitel 2.2.4.1). Als internationaler Standard ist zur Abbildung von Funktionsstrukturen die Methode SADT (Structured Analysis and Design Technique) [Ross85] entwickelt worden. Die Funktionen werden hier als Kästchen dargestellt. Zwei Funktionskästchen können durch Pfeile miteinander verbunden werden, welche jeweils Eingangs- und Ausgangsgrößendarstellen. Die Relationen ergeben sich so aufgrund gemeinsamer Flussgrößen. Im Rahmen dieser Arbeit können die Funktionsstrukturen über die in Abschnitt 4.1.3.1 beschriebenen semantischen Netzte abgebildet werden. Zur Vernetzung der Funktionen können dabei Funktionshierarchien über die Abbildung von Bestandsrelationen sowie eine Funktionsspezialisierung über generischen Abstraktionsrelationen herangezogen werden.

Eine ergänzende Vernetzung der Systemfunktionen im Sinne eines funktionalen Produktmodells, welche sich unter anderem aus den transformierten Systemgrößen ableitet, kann im

Rahmen dieser Arbeit nicht vertiefend behandelt werden. Es sollen daher nur kurz die Möglichkeiten aufgezeigt werden, welche die Abbildung einer solchen Funktionsstruktur bietet: Zur Abbildung der inhaltlichen Verknüpfungen können über Assoziationsrelationen thematische **Funktionstopologien** abgebildet werden. Diese topologischen Vernetzungen dienen zur Beschreibung der funktionalen Schnittstellen und geben Auskunft über die relative Anordnung der abstrakten Funktionsträger im funktionalen Gesamtgefüge des Planungsobjektes. Die Vernetzung der Funktionsträger anhand der Funktionsstruktur stellt dabei bereits eine prinzipielle Lösung der Planungsaufgabe dar. Diese Funktionsrelationen ergeben sich dabei ebenfalls anhand der zwischen den Funktionsträgern fließenden Systemgrößen, welche in diesem Fall zu Flussgrößen werden. So kann z.B. eine funktionale Verknüpfung bedeuten, dass das Output an Energie, Materie, Finanzen oder Information einer Funktion als Input der verknüpften Funktion dient. Ein sinnvolles Konzept zur Vernetzung von Funktionselementen im Rahmen der konstruktiven Bauplanung beschreibt [Baue00]. Diese funktionalen Relationen können sodann genutzt werden, um inhaltliche Konflikte verschiedener Objektkomponenten bzw. Funktionsträger abbilden zu können. So können nicht nur Konflikte bezüglich eines Bezugsobjektes erfasst werden, sondern auch Konflikte, die sich aufgrund dessen funktionaler Vernetzung mit anderen Objektkomponenten ergeben. Dies heißt, dass z.B. der mögliche Input bezüglich einer Systemgröße natürlich auch Auswirkungen hat auf den zulässigen Output dieser Flussgröße benachbarter Objektkomponenten. Ein Beispiel hierzu wäre z.B. die Beschreibung statischer Zusammenhänge, welche als Kräftefluss auf der Übertragung von Lasten zwischen benachbarten Objektkomponenten resultiert.

Wie im Rahmen des planungsmethodischen Vorgehensmodell in Kapitel 4.7.2 beschrieben, kann diese Funktionstopologie bei der späteren Ableitung konkreter Objektkomponenten als Grundlage der geometrischen Ausprägung und Anordnung dienen. Die Funktionsüberführung in Komponenten stellt dabei den eigentlichen Planungsprozess dar. Als Methode kann z.B. der morphologische Kasten (vgl. Kapitel 4.7.2.1.2) genutzt werden. Hierdurch wird zudem eine explizite Abbildung der Überführungs- und Konkretisierungsrelationen unterstützt. Rude [Rude98] entwickelte hierzu einen dreidimensionalen Entwurfsraum, welche die Konkretisierung eines Produktmodells von der Funktionsstruktur über Gestaltungsprinzipien bis hin zu konkreten Gestaltungsmerkmalen unterstützt.

Die Funktionsstruktur wird ausgehend von den funktionalen Leistungsmerkmalen des Produktes projektspezifisch erarbeitet. Als Hilfestellung soll eine Matrix dienen, welche zum einen die systembestimmenden Größen Energie, Materie, Finanzen und Information als auch die verschiedenen Transformationstypen bzw. Funktionsverben (s.o) auflistet. Sowohl die Systemgrößen als auch die Transformationsklassen können dabei entsprechend den Anforderungen des Projektes noch weiter zerlegt werden, so dass eine detaillierte Funktionsstruktur entsteht. Bezüglich einer domänenübergeordneten allgemeinen Beschreibung zur Erarbeitung von detaillierten Funktionsstrukturen sei auf [Rude98] sowie [VDI 2221] verwiesen.

Matrix zur Erarbeitung von Objektfunktionen		wandeln	transportieren	speichern	verknüpfen
		umwandeln erzeugen aufbereiten	befördern leiten vermitteln ...	speichern erhalten lagern ...	verbinden zusammenführen ...
Energie	Licht Wärme Schall Strom	z.B. elektrische Wärmeerzeugung	z.B. Belichtung	z.B. Wärmeenergie speichern	
Materie	Baustoffe Verbrauchsstoffe Ressourcen	z.B. Abwasser aufbereiten	z.B. Brauchwasser zuleiten	z.B. Verbrauchsstoffe lagern	
Finanzen	Kosten Gewinn		z.B. Rendite einbringen	z.B. Kapitalwert erhalten	
Information	Wissen Kommunikation		z.B. Vermittlung des Firmenimages an Kunden	z.B. Erhaltung von kulturellem Wissen	

Abbildung 4.2-16: Matrix zur Erarbeitung der Systemfunktionen

In dem hier beschriebenen Konzept dienen Funktionen zur Beschreibung des Systems gerade in frühen Projektphasen. Hier geht es um die Handhabung von Unschärfe und eine eher grobe Strukturierung der Kooperationsobjekte. Der Detaillierungsgrad dieser Funktionsstruktur ergibt sich dabei wie auch das Strukturierungsprinzip (vgl. Abschnitt 4.2.2.1) aus dem jeweiligen Nutzungskontext. Die Detaillierungstiefe der Funktionsstruktur richtete sich daher nach der Granularität der zuspezifizierenden Planungsaufgaben (vgl. Kapitel 4.3.3.4).

4.2.3.1.3 Komponenten des Objektsystems

Die planerische Konkretisierung des Planungsgegenstandes im Projektverlauf führt zu einer immer detaillierter werdenden Beschreibbarkeit des Objektes anhand dessen konkretem Aufbau und seiner Struktur. Als Gliederungsregeln für spätere Projektphasen, welche sich zumeist mit der detaillierten Ausarbeitung konkreter Systemkomponenten beschäftigen, liegt daher eine element- bzw. bauteilbezogene Gliederung des Planungsprozesses nahe.

Definition **Systemkomponenten** beschreiben ein System anhand dessen konkreten Aufbaus und Struktur. Hierzu werden die verschiedenen Teilsysteme und Objekte sowie deren Vernetzung abgebildet.

Ausgehend von der erläuterten funktionalen Objektbeschreibung können durch Erarbeitung der Objektstruktur entsprechende **Objektkomponenten** beschrieben werden. Diese Objektstruktur ist am jeweiligen Planungsgegenstand auszurichten und daher projektspezifisch zu entwickeln. Ergänzend zur komponentenbezogenen Struktur sollte dabei je nach Kontext auch eine räumliche Beschreibung ermöglicht werden. Bezugnehmend auf das in Kapitel 4.7.2 beschriebene planungsmethodische Vorgehensmodell werden auch die komponentenbezogene Struktur des Planungsobjektes entsprechend dem sich verändernden Wissenstand im Planungsverlauf auf

unterschiedlichen Detaillierungsniveaus beschrieben. Aufbauend auf der funktionalen Objektbeschreibung sollen, wie die folgende Abbildung zeigt, für die Abbildung des Objektaufbaus zwei Konkretisierungsebenen vorgesehen werden:

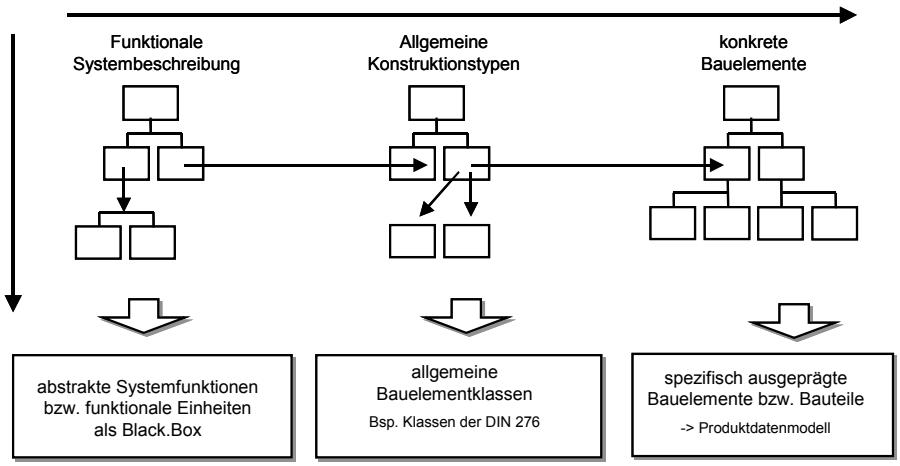


Abbildung 4.2-17: Konkretisierung der Produktstruktur

Die Ebene der allgemeinen Konstruktionstypen

Prinzipielle **Konstruktionstypen** dienen als Bauelementeklassen zur Abbildung allgemeiner Gestaltungsprinzipien. Beispiele hierzu sind z.B. „Außenwand“ oder „Dach“. Über diese Elementtypen können z.B. Aufgaben zu Erarbeitung einer projektspezifischen Ausprägung dieses Konstruktionstyps „Dach“ spezifiziert werden. Ergebnis dieser Planungsaufgabe „Detailplanung des Daches“ ist die Beschreibung eines konkreten Daches mit spezifischem Ausbau und Materialien. Dieses konkrete projektspezifisch erarbeitete Konstruktion kann über die Strukturobjekt-Klasse der **Bauelemente** abgebildet werden. Die Ebene der Konstruktionstypen ist also als eine Art Schemaebene zur Objektbeschreibung zu sehen. In ihr findet die eigentliche Definition des **Objektmodells** statt. Hierüber ist z.B. die Spezifikation von Anforderungen möglich, welche für alle abgeleiteten Instanzen dieser Klasse gelten. Zur planungsbegleitenden Projektkonkretisierung können die Kooperationsobjekte an diese Detaillierungsebenen dieser Strukturobjekte ausgerichtet werden. Auf diese Weise kann eine am jeweiligen Konkretisierungsgrad der Planung ausgerichtete Spezifizierung von Anforderungen oder Aufgaben erreicht werden.

Eine mögliche Gliederungsstruktur für den Anwendungsfall der Bauplanung bietet die DIN 276 [DIN 276].

Seite 6 DIN 276

Tabelle 1

Kostengruppe		Anmerkungen
336	Außenwandbekleidung innen [4])	Raumseitige Bekleidungen, einschließlich Putz-, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten an Außenwänden und –stützen
337	Elementierte Außenwände	Elementierte Wände, bestehend aus Außenwand, -fenster, -türen, -bekleidungen
338	Sonnenschutz	Rolläden, Markisen und Jalousien einschließlich Antrieben
339	Außenwände, sonstiges	Gitter, Geländer, Stoßabweiser und Handläufe
340	**Innenwände**	Innenwände und Innenstützen
341	Tragende Innenwände [3])	tragende Innenwände einschließlich horizontaler Abdichtungen
342	Nichttragende Innenwände [3])	Innenwände, Ausfachungen, jedoch ohne Bekleidungen
343	Innenstützen [3])	Stützen und Pfeiler mit einem Querschnittsverhältnis < 1:5
344	Innentüren und -fenster	Türen und Tore, Fenster und Schaufenster einschließlich Umrahmungen, Beschlägen, Antrieben und sonstigen eingebauten Elementen
345	Innenwandbekleidungen [5])	Bekleidungen einschließlich Putz, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten an Innenwänden und –stützen
346	Elementierte Innenwände	Elementierte Wände, bestehend aus Innenwänden, -türen, -fenstern, -bekleidungen, z.B. Falt- und Schiebewände, Sanitärtrennwände, Verschläge
349	Innenwände, sonstiges	Gitter, Geländer, Stoßabweiser, Handläufe, Rolläden einschließlich Antrieben
350	**Decken**	Decken, Treppen und Rampen oberhalb der Gründung und unterhalb der Dachfläche
351	Deckenkonstruktionen	Konstruktionen von Decken, Treppen, Rampen, Balkone, Loggien einschließlich Über- und Unterzügen, füllenden Teilen wie Hohlkörper, Blindböden, Schüttungen, jedoch ohne Beläge und Bekleidungen
352	Deckenbeläge [6])	Beläge auf Deckenkonstruktionen einschließlich Estrichen, Dichtungs-, Dämm-, Schutz-, Nutzschichten; Schwing- und Installationsdoppelböden
353	Deckenbekleidungen [7])	Bekleidungen unter Deckenkonstruktionen einschließlich Putz, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten; Licht- und Kombinationsdecken
359	Decken, sonstiges	Abdeckungen, Schachtdeckel, Roste, Geländer, Stoßabweiser, Handläufe, Leitern, Einschubtreppen
360	**Dächer**	Flache oder geneigte Dächer
361	Dachkonstruktionen	Konstruktionen von Dächern, Dachstühlen, Raumtragwerken und Kuppeln einschließlich Über- und Unterzügen, füllenden Teilen wie Hohlkörper, Blindböden, Schüttungen, jedoch ohne Beläge und Bekleidungen
362	Dachfenster, Dachöffnungen	Fenster, Ausstiege einschließlich Umrahmungen, Beschlägen, Antrieben, Lüftungselementen und sonstigen eingebauten Elementen
363	Dachbeläge	Beläge auf Dachkonstruktionen einschließlich Schalungen, Lattungen, Gefälle-, Dichtungs-, Dämm-, Schutz und Nutzschichten; Entwässerungen der Dachfläche bis zum Anschluß an die Abwasseranlage
364	Dachbekleidungen [8])	Dachbekleidungen unter Dachkonstruktionen einschließlich Putz, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten; Licht- und Kombinationsdecken unter Dächern
369	Dächer, sonstiges	Geländer, Laufbohlen, Schutzgitter, Schneefänge, Dachleitern, Sonnenschutz
370	**Baukonstruktive Einbauten**	Kosten der mit dem Bauwerk fest verbundenen Einbauten, jedoch ohne die nutzungsspezifischen Anlagen (siehe Kostengruppe 470). Für die Abgrenzung gegenüber der Kostengruppe 610 ist maßgebend, daß die Einbauten durch ihre Beschaffenheit und Befestigung technische und bauplanerische Maßnahmen erforderlich machen, z.B. Anfertigen von Werkplänen, statischen und anderen Berechnungen, Anschließen von Installationen
[3])	siehe Seite 5	
[4])	Gegebenenfalls können die Kosten der Außenwandbekleidungen innen (KG 336) mit den Kosten der Innenwandbekleidungen (KG 345) zusammengefaßt werden; die Zusammenfassung ist kenntlich zu machen.	
[5])	Gegebenenfalls können die Kosten der Innenwandbekleidungen (KG 345) mit den Kosten der Außenwandbekleidungen innen (KG 336) zusammengefaßt werden; die Zusammenfassung ist kenntlich zu machen.	
[6])	Gegebenenfalls können die Kosten der Deckenbeläge (KG 352) mit den Kosten der Bodenbeläge (KG 325) zusammengefaßt werden; die Zusammenfassung ist kenntlich zu machen.	
[7])	Gegebenenfalls können die Kosten der Deckenbekleidungen (KG 353) mit den Kosten der Dachbekleidungen (KG 364) zusammengefaßt werden; die Zusammenfassung ist kenntlich zu machen.	
[8])	siehe Seite 7	

Abbildung 4.2-18: Auszug aus der DIN 276

Hier werden verschiedene Bauteilklassen in einem mehrstufigen System beschrieben, welches eine gute Anpassung an den projektspezifischen Planungsrahmen (vgl. Projekt- und Teamebene in Kapitel 4.4.3) ermöglicht. Die Abbildung 4.2-18 zeigt einen Ausschnitt aus dieser DIN-Norm.

Eine weitere mögliche Struktur zur Spezifikation von Elementklassen bieten die IFC (Industry Foundation Classes) der Internationals Alliance for Interoperability [IAI00] (vgl. Abschnitt

2.3.1.2). Die IFC-Klassen zur Produktbeschreibung (ifc-product) enthalten Schemadefinitionen für unterschiedliche Bauelemente (ifcBuildingElement), die zusätzlich verschiedenen Domänen, wie z.B. der Architekturdomäne oder das Facility Management, und Interoperabilitätslayern (Shared Building Elements, Shared Building Service Elements und Shared Spatial Elements) zugeordnet werden können. Die folgende Abbildung zeigt eine vereinfachte Darstellung dieser Bauelementklassen.

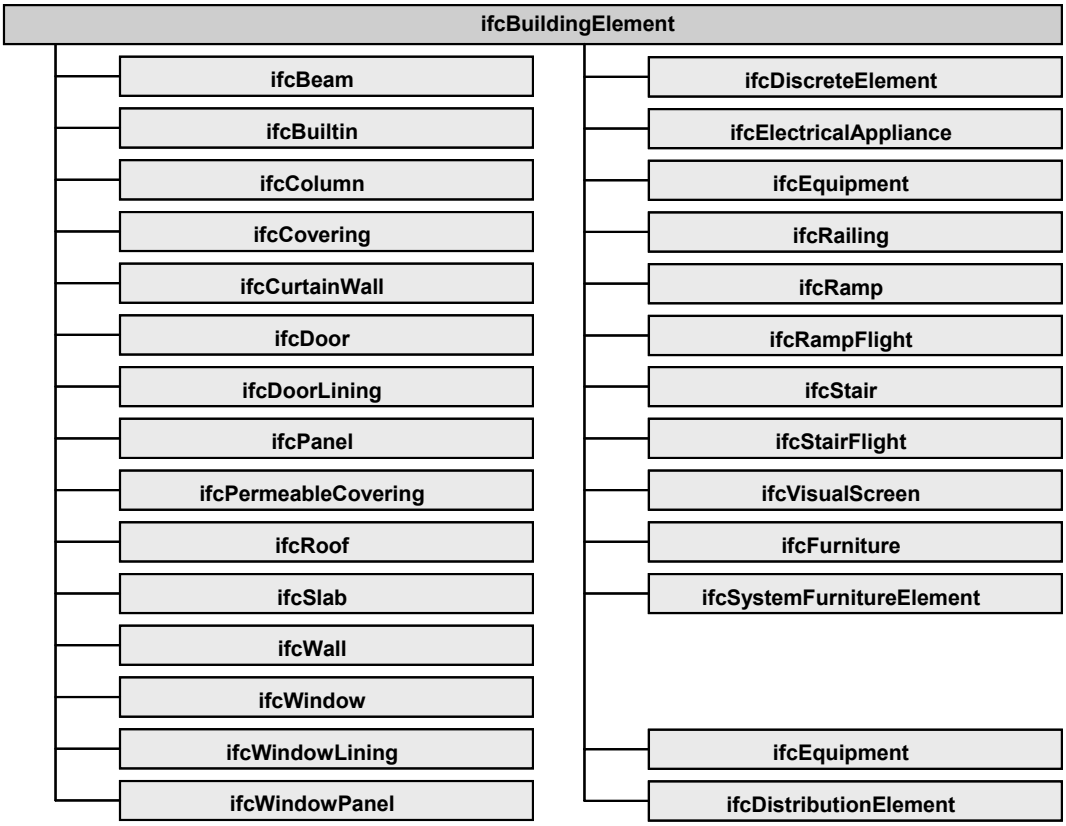


Abbildung 4.2-19: IFC-Klassen zur Beschreibung von Bauelementen [IFC2x]

Die Ebene der konkreten Bauelemente

Beschreiben die Konstruktionstypen allgemeine Bauteil- und Konstruktionsklassen, so dient die Ebene der **Bauelemente** zur Abbildung der konkreten projektspezifischen Ausprägungen der Klasse. Ein kurzes Beispiel soll dies erläutern: Die allgemeine Bauteilklasse „Fassade“ dient zur Spezifikation von Anforderungen an prinzipiell alle Fassaden des zu planenden Gebäudes, wie z.B. ein entsprechender Dämmwert. Ein Gebäude weist jedoch verschiedenen Fassadenelemente auf, für die im weiteren Planungsverlauf unter Umständen recht unterschiedliche Anforderungen zu stellen sind. Alleine durch eine Zuordnung zu der allgemeinen Bauteilklasse „Fassade“ ist dies nicht möglich. Hier kommt die Ebene der konkreten Bauelemente ins Spiel. Sie bilden die produktspezifischen Ausprägungen der Bauteilklassen ab. In unserem Beispiel die verschiedenen im konkreten Projekt vorhandenen Fassaden. Somit können nun speziell auf dieses Element bezogene Anforderungen spezifiziert werden. Z.B. kann für die „Nordfassade“

ein anderer Dämmwert festgelegt werden, als für die „Südfassade“. Die Ebene der konkreten Bauelemente bildet damit das ab, was allgemein unter einem Produkt- bzw. **Objekt-Datenmodell** [vgl. Rude98] verstanden wird. Jedes Bauteil hat eine eindeutige Identifizierung und ist als Instanz aus einer Bauelementklasse abgeleitet.

Anmerkung: *Schwerpunkt der Arbeit ist die Erarbeitung des Projektmodells. Daher kann die Frage der Abbildung und Überführung der Objektstrukturen im Sinne eines planungsbegleitenden dynamischen Objektmodells im Rahmen dieser Arbeit nicht abschließend geklärt werden. Zur weiteren Klärung dieses komplexen Themas sei auf weiterführende Forschungsvorhaben verwiesen, welche diesen Aspekt der dynamischen lebenszyklusbezogenen Objekt- bzw. Produktmodellierung als inhaltlichen Fokus haben [BoKG04].*

Zur Abbildung der Ebene der konkreten Bauteile wird, wie in Abschnitt 5.4.10.2 näher erläutert, daher auf das am Institut für Industrielle Bauproduktion im Projekt Legoe entwickelte Gebäudemodell zurückgegriffen [Köni99].

Auf die konkreten Instanzen des Objektdatenmodells wird dabei eine Referenz verwaltet, so dass diese nicht redundant im System selbst abgebildet werden. In Kapitel 5.4.10.2 wird hierzu die Implementierung eines Schnittstelle vorgestellt, welche die Anbindung konkreter projektspezifischer Bauteile als Strukturobjekte und somit die Zuordnung von Anforderungen und Informationen zu diesen konkreten Elementen ermöglicht. Zudem sei hier auf weiterführende Forschungsarbeiten am Institut für Industrielle Bauproduktion verwiesen, welche neben der Kopplung verschiedener Betrachtungswinkel (raumorientierte Betrachtung zu elementbezogener Betrachtung) eine Abbildung unterschiedlicher Betrachtungshorizonten bis zur Ebene ganzer Stadtquartiere sowie die Erweiterung des Modellansatzes um den Aspekt des Systemalterung zum Ziel haben [Kohl04].

Räumliche Produktbereiche

Wie erläutert, leitet sich das Strukturierungsprinzip aus dem jeweiligen Nutzungskontext der Planung ab. Neben einer funktionalen und elementbezogenen Betrachtung des Planungsgegenstandes werden zudem raum- bzw. bereichsbezogene Sichten auf die Objektinformationen notwendig. Ein Beispiel hierfür ist das aus dem Baubereich bekannte **Raumbuch**, welches eine Strukturierung von Anforderungen und Planungsergebnissen anhand einer entsprechenden Raumstruktur [vgl. Hepe94] ermöglicht.

Systemtechnisch betrachtet stellt das Bezugsobjekt, also das Planungsobjekt oder seine Komponenten, den konkreten Merkmals- und Funktionsträger dar. Die Bezugsobjekte, d.h. die Komponenten des Objektsystems befinden sich wiederum in einem topologischen Zusammenhang. Die Dimension Raum der funktionsorientierten Systembeschreibung lässt sich über die alleinige Zuordnung zu den Merkmalsträgern (Objektkomponenten) nicht erfassen. Es wird daher eine weitere Ebene der Objektbeschreibung notwendig, welche den Wirkungsbereich der Merkmalsausprägung bzw. den Ausprägungsort beschreibt. Die folgende Abbildung skizziert diese Zusammenhänge.

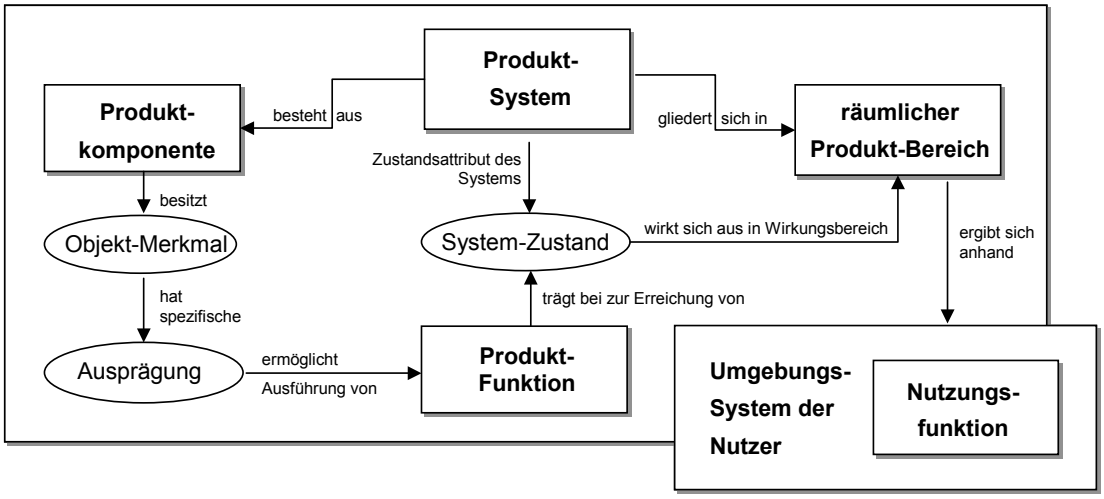


Abbildung 4.2-20: Herleitung der räumlichen Systembeschreibung

Ein Beispiel soll dies verdeutlichen: Eine Innenwand eines Gebäudes hat ein Merkmal „Dicke“. Die spezifischen Ausprägung dieses Merkmals hat Einfluss auf die Ausübung der Funktion „Schall dämmen“ dieser Objektkomponente. Die Ausübung dieser Funktion durch die Komponente hat wiederum Einfluss auf den Zustand des Gesamtsystems Gebäude, wobei der Auswirkungsbereich dieser funktionsbedingten Zustandsänderung über den räumlichen Produktbereich spezifiziert werden kann. In unserem Beispiel kann so z.B. ein maximaler Lautstärkepegel in einem bestimmten Raum als Anforderung beschrieben werden. Im Rahmen der inhaltlichen Koordination des Ziel- und Aufgabensystems wird in Kapitel 4.3.3.5.1 auf diese zweischichtige Zuordnung von Aufgaben und Anforderungen zu Komponenten und räumlichen Bereichen noch einmal eingegangen.

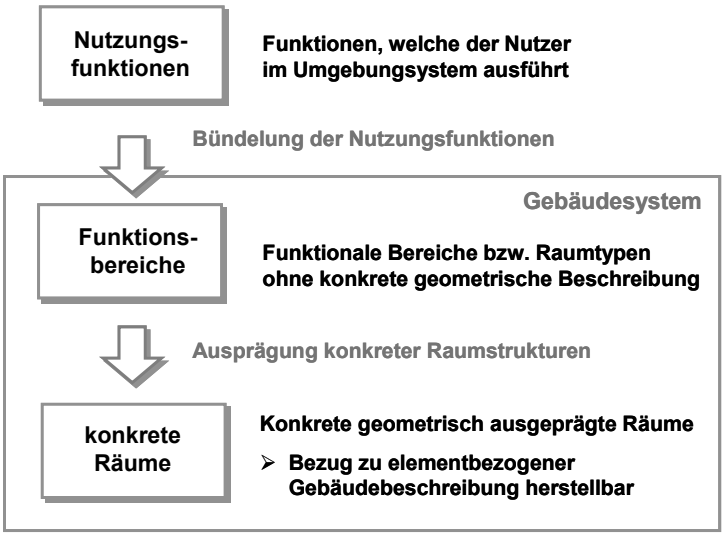


Abbildung 4.2-21: Konkretisierung der Raumstrukturen

Zur Abbildung einer planungsbegleitenden Konkretisierung des Planungsgegenstandes soll auch die räumliche Beschreibung auf verschiedenen Konkretisierungsniveaus erfolgen. Für den

Anwendungsfall des Gebäudeplanung sind dabei folgende Niveaus vorgesehen (vgl. Abbildung 4.2-21):

- Nutzungsfunktionen
- Funktionsbereiche bzw. Raumtypen
- konkrete Räume

Grundlage zur Erarbeitung der Raumstruktur ist die Ermittlung von **Nutzungsfunktionen**. Diese beschreiben die Tätigkeiten bzw. Funktionen, welche der Nutzer mit Hilfe des Objektes bzw. im Gebäude ausführen möchte. Beispiele hierzu sind z.B. „Wohnen“ oder „Büroarbeit“. Die Anforderungen an ein Produkt ergeben sich in hohem Maße als Forderungen zur effizienten Ausübung dieser Nutzungsfunktionen. Daher soll im hier beschriebenen Konzept eine Zuordnung der Anforderungen und Zielsetzungen zu diesen Nutzungsfunktionen ermöglicht werden. Für den Anwendungsfall der Gebäudeplanung beschreibt DIN 277 [DIN 277] diesbezüglich unterschiedliche Nutzungsfunktionsarten, wie Wohnen, Aufenthalt, Lagern etc.. Hieraus aufbauend kann das projektspezifische **Nutzungsprogramm** erarbeitet werden. Die folgende Abbildung zeigt die verschiedenen gebäudebezogenen Nutzungsfunktionen der DIN 277.

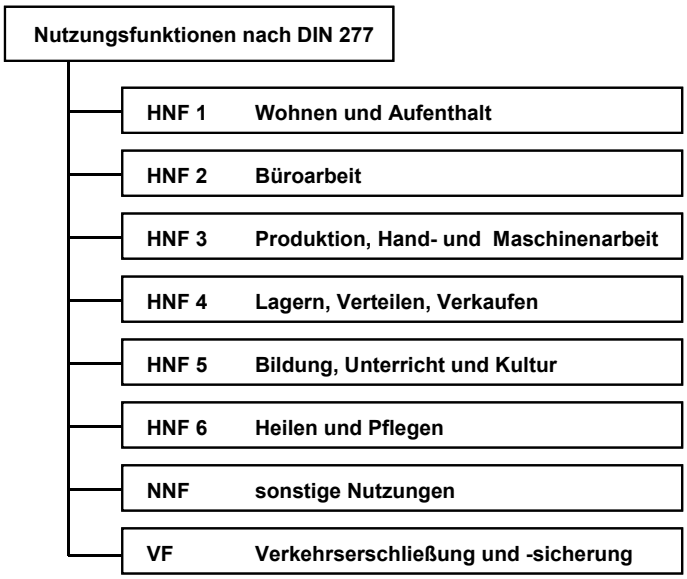


Abbildung 4.2-22:System der Nutzungsfunktionen nach [DIN 277]

Wie in Kapitel 4.7.2 detailliert beschrieben, dienen diese **Nutzungsfunktionen** bei der Gebäudeplanung zur Ableitung sogenannter räumlicher **Funktionsbereiche**. Im Rahmen des architektonischen Vorentwurfs in der Konzeptphase des Projektes werden diese nutzungsbezogenen Funktionsbereiche bzw. Raumtypen, wie z.B. „Wohn- und Aufenthaltsbereich“, sowie deren funktionale Vernetzung über die Ausbildung topologische Relationen als maßstabslose Anordnungsüberlegungen der relevanten Nutzungsfunktionen erarbeitet. Topologie beschreibt dabei die Lage und Anordnung von Objekten im Raum, ohne deren konkrete geometrische Ausprägung bzw. Form zu beschreiben. Ergebnis der Ermittlung der Funktionsbereiche und deren

Vernetzung ist das sogenannte Funktionsprogramm. Auch zur Beschreibung der Funktionsbereiche kann auf die genannte DIN 277 zurückgegriffen werden.

Im Rahmen des architektonischen Entwurfes erfolgt in der Phase der Entwurfsplanung sodann die Entwicklung von räumlichen Baukörperstrukturen, welche auf den topologischen Zusammenhängen der nutzungstechnischen Funktionsbereiche der Konzeptphase aufbauen. Aus den nutzungsbezogenen Funktionsbereichen werden dabei konkrete **Räume und Raumstrukturen** entwickelt. Auf Ebene dieser konkreten Räume kann eine Zuordnung zum System der Bauelemente (vgl. Abschnitt4.2.3.1.3) erfolgen.

Anmerkung: *Die Nutzungfunktionen, also die Funktionen welche der Nutzer mit dem Produkt ausführt, werden oft verwechselt mit den Objektfunktionen (vgl. Abschnitt 4.2.3.1.1), welche das Produkt selber zur Erbringung seiner Leistungsanforderungen ausübt. Im folgenden soll auf die verschiedenen projektrelevanten Funkionstypen und ihre Bezugssysteme kurz eingegangen werden, um hier entsprechende Klarheit zu schaffen:*
Bezugssystem ist zum einen das Projektsystem als Wirk- und Handlungssystem selber. Hinzu kommt das durch das Handlungssystem transformierte Objektsystem bzw. der Planungsgegenstand. Dem systemtechnischen Ansatz folgend, werden auch Systeme des Systemumfeldes berücksichtigt. Im Rahmen der Erarbeitung der strategischen Projektziele (Kapitel 4.3.4.1) wird ausführlich auf die Analyse der Umgebungssysteme eingegangen.
Zur Erarbeitung von Funktionen als Strukturobjekte werden, wie Abbildung 4.2-23 zeigt, folgende Bezugssysteme herangezogen:

- *Objektsystem (Objektfunktionen)*
- *Projektsystem (Projektfunktionen)*
- *Umgebungssystem der Produktnutzer (Nutzungsfunktionen)*

Projektfunktionen werden durch das Projektsystem selber ausgeführt und dienen in Entwicklungsprojekten primär zur Planung des Objektsystems mit spezifischen Eigenschaften, welche die Erfüllung der Objektfunktionen gewährleisten. Die durch das Planungsobjekt auszuführenden Objektfunktionen sollen wiederum so die Rahmenbedingungen und Zustände schaffen, durch welche die Ausübung der Nutzungsfunktionen, wie z.B. „Büroarbeit im Gebäude“, ermöglicht werden. Das Fehlen einer solchen Unterscheidung des Bezugssystems führt in der Praxis oft zu großen Problemen bei der Spezifikation von funktionalen Anforderungen [BoZe02, SiWB02, Patz94].

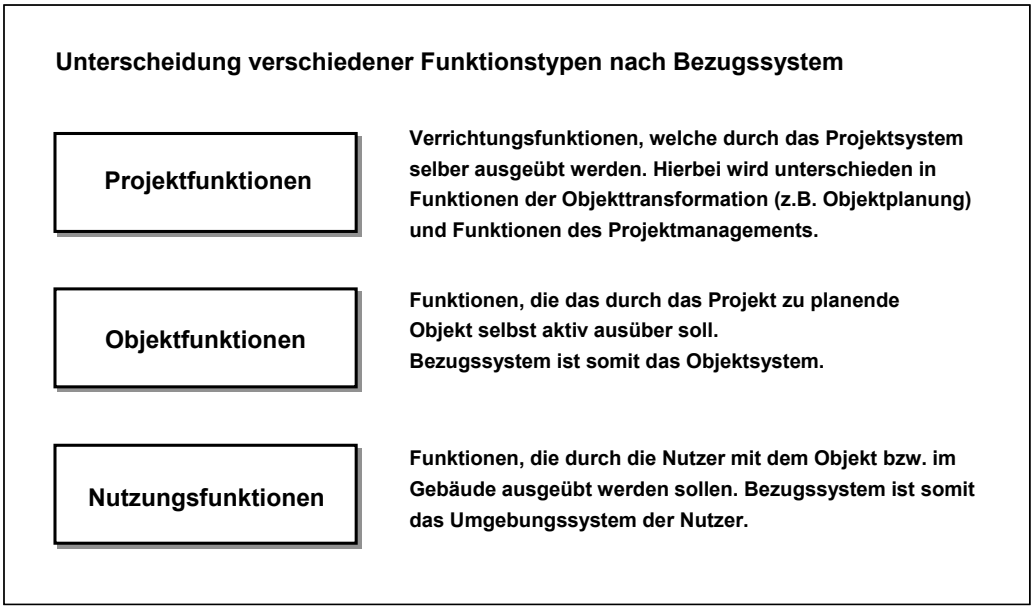


Abbildung 4.2-23: Funktionsklassen nach Bezugssystem

4.2.3.1.4 Lebenszyklusphasen des Objektsystems

Bezugnehmend auf das in Kapitel 2.2.3.1 beschriebene Vorgehensmodell wird der zeitliche Werdegang eines Systems in sogenannte Lebensphasen gegliedert. Folgende allgemeine Phasen finden dabei Berücksichtigung:

- Systemvorstudie (strategische Systemplanung)
- Systementwicklung
- Systemherstellung
- Systemeinführung
- Systembetrieb
- Systemwechsel
- Systemrückbau

Die einzelnen Phasen stehen dabei in einer ablauflogischen assoziativen Relation zueinander. Aus diesen allgemeinen Phasen wurden bauspezifischen Lebenszyklusphasen abgeleitet, welche in der folgenden Abbildung den allgemeinen Systemlebensphasen gegenübergestellt sind.

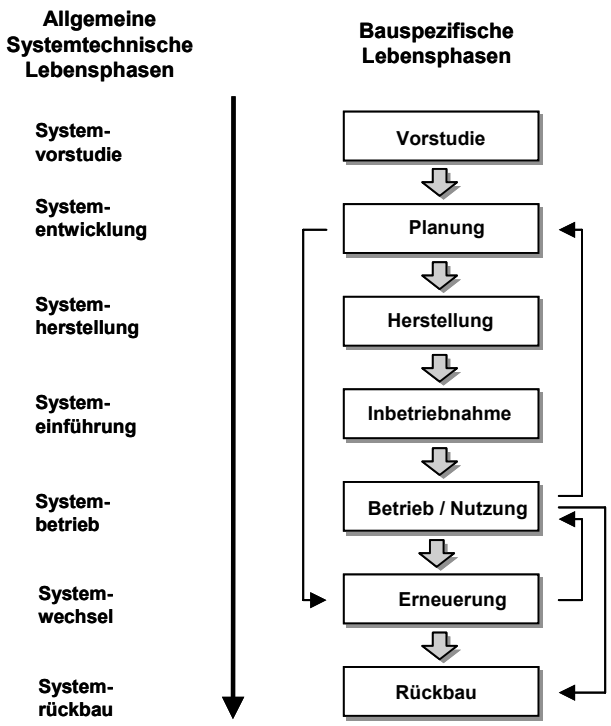


Abbildung 4.2-24: Lebenszyklusorientiertes Vorgehensmodell

4.2.3.2 Die Strukturobjekte des Projektsystems

Das Management des Projektes kann systemtechnisch gesehen als eine Transformation des Projektes durch sich selbst verstanden werden. Zu den Objekten, die im Rahmen der Objektplanung erstellt oder transformiert werden, kommen also die Objekte hinzu, welche zur Bewerkstelligung des Projektmanagements erzeugt und gehandelt werden. Dies werden unter anderem durch die Kooperationsobjekte des Projektmodells selber (vgl. Metamodell in Abschnitt 4.2.2) repräsentiert.

Im Rahmen des Projektmanagements werden über die Verwaltung dieser reinen Kooperationsobjekte hinaus auch wiederum Hilfsmittel erzeugt, wie z.B. Kontrollberichte, Entscheidungsdokumentationen etc., welche zum System der Strukturobjekte hinzuzählt werden müssen, um die hiermit verbundenen Aufgaben und Anforderungen spezifizieren zu können. Diese werden projektspezifisch erarbeitet und anhand der Hilfsmittelstruktur erfasst. Wie Abbildung 4.2-10 zeigt, setzen sich das Sachsystem des Projektmanagements daher zusammen aus:

- Elemente des Projektmodells, welche im Rahmen des Projektmanagements gehandhabt werden (z.B. Projektbeteiligte, Teams)
- Hilfsmittel des Projektmanagements, wie z.B. Kontrollberichte

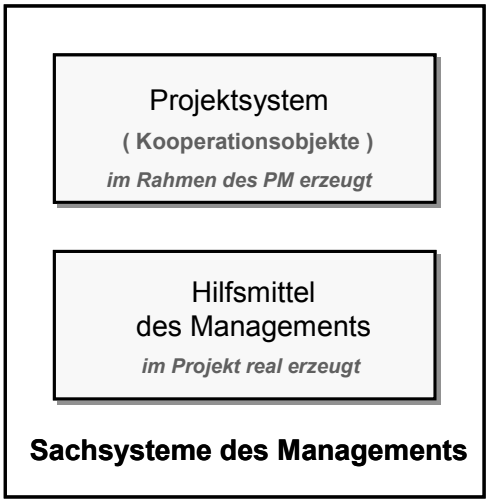


Abbildung 4.2-25: Objekte des Sachsystems des Projektmanagements

Die Erläuterungen der Strukturobjekte des Projektsystems erfolgt analog zum Objektsystem anhand der genannten Klassen (Projektfunktionen, Projektkomponenten, Projektgrößen und Projektphasen).

4.2.3.2.1 Projektfunktionen

Bevor es zur eigentlichen Projektbildung kommt, bei welcher der konkrete Aufbau und die Struktur des Projektes erarbeitet werden, kann systemtechnischen Betrachtungen folgend eine Beschreibung des Projektes auf funktionaler Ebene erfolgen. Auch das Projekt wird als „black-box“ betrachtet und nur die vom System Projekt zu erbringenden Funktionen werden als Soll-Werte beschrieben. Aus abstrakter systemtechnischer Sicht ist ein Projekt als ein sachgestaltendes Handlungssystem zu verstehen, welches das Objektsystem durch Ausübung dieser Projektfunktionen von einem Ist-Zustand in einen anhand der Projektziele beschriebenen Soll-Zustand überführt. Die Hauptfunktion eines Planungsprojektes als sachgestaltendes System ist, wie folgende Abbildung zeigt, die Transformation des Planungsgegenstandes im Rahmen der Objektplanung.

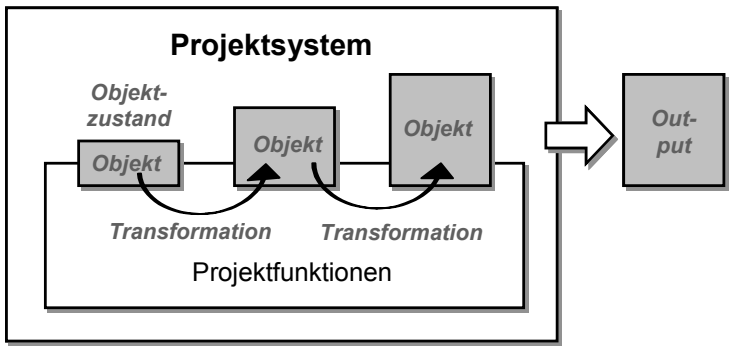


Abbildung 4.2-26: Objekttransformation durch Projektfunktionen

Projektfunktionen stellen somit Tätigkeiten dar, welche durch das Projektsystem selbst bei der Projektdurchführung ausgeführt werden.

Definition **Projektfunktionen** beschreiben auf abstrakter Ebene Verrichtungsfunktionen, welche die Projektbeteiligten als Funktionsträger als Teil des Handlungssystems „Projekt“ zur Erreichung der Projektziele im Rahmen des Projektes durch Transformation des Objektsystemsausüben.

Projektfunktionen werden im Projektmodell nicht explizit abgebildet, da sie eine abstrakte vorgelagerte Konkretisierungsstufe zu den eigentlichen Projektkomponenten bzw. den Elementen des Projektes darstellen. Sie werden in funktionale Leistungsmerkmale des Projektes überführt, welche in der strategischen Phase in den funktionalen Projektanforderungen (vgl. Abschnitt 4.1.4) festgeschrieben werden.

Aus den Projektfunktionen werden im Rahmen der Projektbildung konkrete Projektkomponenten abgeleitet, welche die Instanzen der im Metamodell (vgl. Abschnitt 4.2.2) beschriebenen Kooperationsobjekte darstellen. Daher macht es Sinn, diese Funktionen im System der Strukturobjekte abzubilden, um eine funktionale Klassifikation der aus ihnen abgeleiteten Kooperationsobjekte erreichen zu können. So können sie z.B. als Bezugsobjekte der genannten Projektanforderungen herangezogen werden.

Bei der Ableitung der konkreten Projektkomponenten aus den abstrakten Projektfunktionen kann folgender allgemeiner Zusammenhang beschrieben werden: Aufgaben beschreiben die Inhalte der Projektfunktionen sowohl auf Seiten der eigentliche Objektplanung wie auch für das Projektmanagement. Die Abbildung der eigentlichen Transformationen und deren laufzeitbezogene Koordination erfolgt im System der Prozesse unter Berücksichtigung der Größen von Ressourcen, Kosten und Zeit. Die Projektbeteiligten bzw. die im Projekt eingebundenen organisatorischen Einheiten dienen hierbei als Funktionsträger.

Bezugnehmend auf die zwei Hauptfunktionen des Projektes als sachgestaltendes System (vgl. Abschnitt 4.2.2) werden im System der Strukturobjekte sowohl die Funktionen zur Transformation des Planungsgegenstandes (Objektplanung) als auch die systeminterne Transformation des Projektsystems selbst im Rahmen des Projektmanagements berücksichtigt. Eine so erreichte Differenzierung zwischen Aufgaben und Prozessen der Objektplanung und Projektmanagement stellt eine wichtige Voraussetzung zur Koordination der Projektdurchführung dar. In Ergänzung zu Reschke [Resc89] können für Entwicklungsprojekte, wie Abbildung 4.2-27 zeigt, verschiedene übergeordnete Projektfunktionen aus den zwei Hauptfunktionen des Projektes abgeleitet werden.

Die dargestellten Funktionen sind als allgemeine übergeordnete Struktur zu sehen. Bezugnehmend hierauf können konkrete projektspezifische Projektfunktionen im Rahmen der funktionalen Anforderungsspezifikation des Projektes abgeleitet werden.

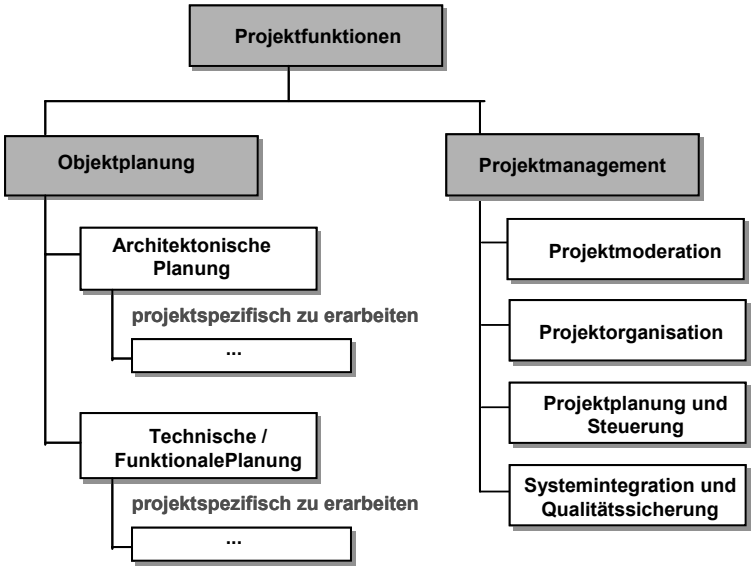


Abbildung 4.2-27: Mögliche Klassen von Projektfunktionen

4.2.3.2.2 Systemgrößen des Projektsystems

Die Objektplanung ist aus systemtechnischer Sicht als hauptsächlich Informationstransformierender Prozess zu sehen. In Anlehnung an Rude [Rude98] bedeutet Planen, Informationen über ein zukünftiges Objekt derart zu erarbeiten und festzulegen, dass im Rahmen der Objekterstellung diese Informationen auf die Materie als Baumaterial übertragen werden können, Energie zum Betrieb des Produktes bereitgestellt und durch entsprechende Gestaltung genutzt werden kann und Informationen selbst, z.B. in Form von Software zur Regelung und Steuerung des Objektes im Facility Management, herangezogen werden können. Generell basiert die gesamte Zusammenarbeit von Personen in einem Projekt unter Ausführung der Grundfunktionen Kommunizieren, Koordinieren und Kooperieren auf der Erarbeitung und dem Austausch von Informationen.

Die im Rahmen des Projektmanagement transformierten Größen können aus den abstrakten systemtechnischen Grundgrößen abgeleitet werden. Das Managementdreieck in der folgenden Abbildung zeigt die für das Projektmanagement relevanten Regelgrößen eines Projektes [Litk95]. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung sowohl der reinen kosten- und zeitbezogenen Aspekte als auch der Qualitätssicherung durch inhaltliche Koordinierung des Projektes.

In Anlehnung an diese allgemeine Betrachtungsweise ergibt sich bezüglich der Grundgrößen eines Projektes folgender Zusammenhang: Die Planungsqualität als Beschreibung eines virtuellen Planungsgegenstandes wird, wie erläutert, über die Grundgröße Information abgebildet. Werden Objekte physisch im Projekt erstellt, so kann ihre Qualität als spezifische Ausprägung von Materie beschrieben werden. Die Kosten sind als finanzieller Input des Projektes aus der Größe Finanzen ableitbar. Zeit stellt keine direkte Grundgröße bzw. Stellgröße des Systems dar, sondern eine Rahmenbedingung, da sie als solche nicht transformiert werden kann.

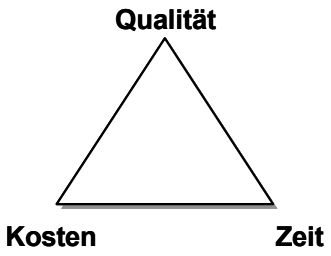


Abbildung 4.2-28: Steuergrößen des Managements nach Litke [Litk95]

4.2.3.2.3 Projektkomponenten

Die Elemente welche im Rahmen des Managements erzeugt und gehandhabt werden, sind zum einen die Elemente des Projektmodells selbst. Die folgende Abbildung 4.2-29 zeigt die Klassen der Kooperationsobjekte (vgl. Metamodell in Abschnitt 4.2.2).

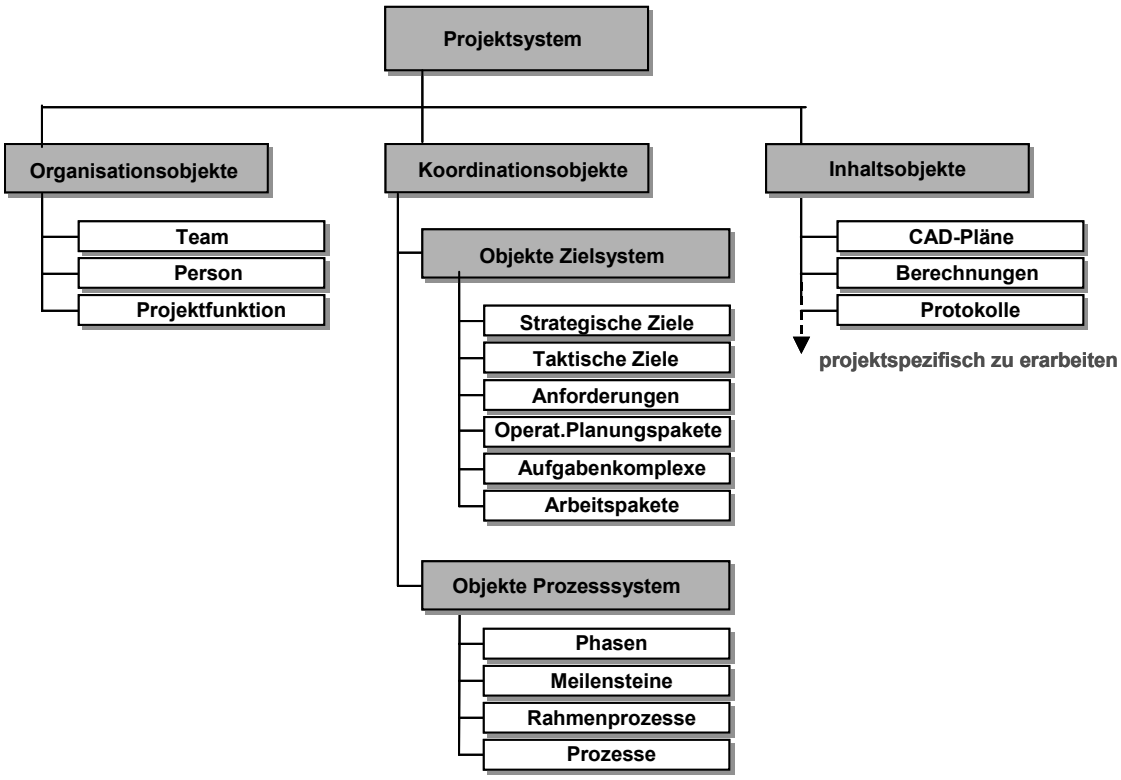


Abbildung 4.2-29: Klassifizierung des Sachsystems des Projektmanagements

Zur Nutzung als Strukturobjekte kann sowohl die generische Instanz als auch die projektspezifisch ausgeprägte Instanz herangezogen werden. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen: Wie erläutert beschreibt das Projektmodell allgemeine Regeln zur Handhabung der Kooperationsobjekte. Hierbei wird z.B. beschrieben, wie Teams generell zu bilden sind und wie sie moderiert werden sollen. Zur Abbildung dieser allgemeinen Anforderungen werden diese mit der generi-

schen Instanz „Team“ der Strukturobjekte verknüpft. Somit kann man Eigenschaften beschreiben, welche prinzipiell für alle Teams im Projekt gelten sollen. Bei der Initiierung der konkreten Teams wird die Schemaklasse „Team“ instanziiert. Mit diesen konkreten Instanzen können wiederum spezielle Anforderungen oder Aufgaben verknüpft werde, wie beispielsweise die Aufgabe „Moderation und Coaching des konkreten Teams „Bauphysik“ oder die Festlegung von zulässigen Dateiformaten als Anforderungen für bestimmte Inhaltsobjekttypen, wie beispielsweise CAD-Pläne. Eine ausführliche Erläuterung der Handhabung dieser Kooperationsobjekte im Rahmen der Projektanforderungen und Spezifikation der Managementaufgaben erfolgt in Kapitel 1.1.

4.2.3.2.4 Projektphasen

Eine Untergliederung der Kooperationsobjekte nach Phasen ermöglicht eine am Planungsvorgehen orientierte Kapselung der projektrelevanten Elemente und ermöglich zudem eine phasenbezogene Konkretisierung der Planungsinhalte (evolutionäre Struktur). Wichtig ist hierbei bezugnehmend eine Erfassung von Objekten sowohl des Projekt- als auch des Produktsystems eine Differenzierung zwischen:

- Lebenszyklusphasen des Objektsystems
- Projektphasen als Lebenszyklusphasen des Projektsystems

Jede Lebenszylusphase eines Objektes wirft spezifische Problemstellungen auf. Zur Lösung dieser Problemstellungen wird ein spezifisches Projekt mit unterschiedlichen Beteiligten und spezifischen Zielsetzungen initiiert. Daher scheint es sinnvoll, aufbauend auf den allgemeinen Problemlösungsschritten, für jede der Objekt-Lebenszyklusphasen, wie Planung, Erstellung, Betrieb, Sanierung ein den spezifischen Problemstellungen angepasstes projektbezogenes Vorgehensmodell zu erarbeiten. Zu beachten ist hierbei, dass die Objektplanung von der Objektherstellung – entgegen den zumeist praktizierten Ansätzen [vgl. AgBa92] - zu trennen ist, da diese unterschiedliche Lebenszyklusphasen des Objektes darstellen. Somit können Zuordnungsprobleme, z.B. bei Anforderungen hinsichtlich der beiden Objektlebenszyklusphasen Planung und Erstellung verhindert werden.

In Rahmen dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt auf der Objektlebenszyklusphase der Planung und Entwicklung. In Kapitel 4.7 wird hierzu ein Vorgehensmodell vorgestellt, welches als Grundlage der Phasengliederung herangezogen werden kann. Dabei ergeben sich folgende übergeordnete Projektphasen:

- strategische Projektplanung
- Konzeptplanung
- Entwurfsplanung
- Detailplanung

Diese Phasen nehmen Bezug zu dem in 4.7 beschriebenen planungsmethodischen Vorgehensmodell und werden mit dem in Kapitel 4.5.3.1 beschriebenen iterativen Phasenmodell abgebildet.

4.2.3.3 Datenschema des Objektstrukturmodells

Die folgende Abbildung fasst die verschiedenen Klassen und Bezugssysteme der Strukturobjekte in einem ER-Modell [Chen91] zusammen und zeigt deren Vernetzung auf. Im Zentrum steht dabei das Objektsystem, welches sowohl eine elementbezogene wie auch räumliche Beschreibung des Objektes als eine Art Objektstrukturmodell ermöglicht. Durch die Bereitstellung verschiedener Konkretisierungsebenen wird eine Überführung von Objektfunktionen in allgemeine Elementtypen und konkrete Bauelemente ermöglicht. Über diese Bauelemente und dem ihnen zugehörigen Elementtyp kann eine Anbindung an externe Produktdatenmodelle erreicht werden. Eine Schnittstelle zur Einbindung des am Institut für industrielle Bauproduktion entwickelten Gebäudemodells [Köni99] ermöglicht den Zugriff auf elementbezogene Informationen. (Eine im Rahmen dieser Arbeit konzipierte und umgesetzte Schnittstelle zur Einbindung dieses ifib-Gebäudemodell bzw. der im Projekt Legoe [Köni99] erarbeiteten Gebäudestruktur wird in Kapitel 5.4.10.2 vorgestellt.)

Auf räumlicher Seite kann eine Überführung allgemeiner Nutzungsfunktionen in übergeordnete Funktionsbereiche und konkrete Räume erfolgen. Zur Repräsentation des Projektsystems können neben Projektfunktionen auch allgemeine Projektelementtypen sowie konkrete Projektelemente (die konkreten projektspezifischen Instanzen der Kooperationsobjekte) sowie Projektphasen herangezogen werden. Diese ermöglichen die Spezifikation des thematischen Kontext für Problemstellungen des Managements.

Die Strukturobjekte werden als eigenständige Informationsobjekte verwaltet, so dass eine Beschreibung von Objektattributen ermöglicht wird. Die Verwaltung der Relationen erfolgt über die eine Referenzzierung auf vernetzte Elemente.

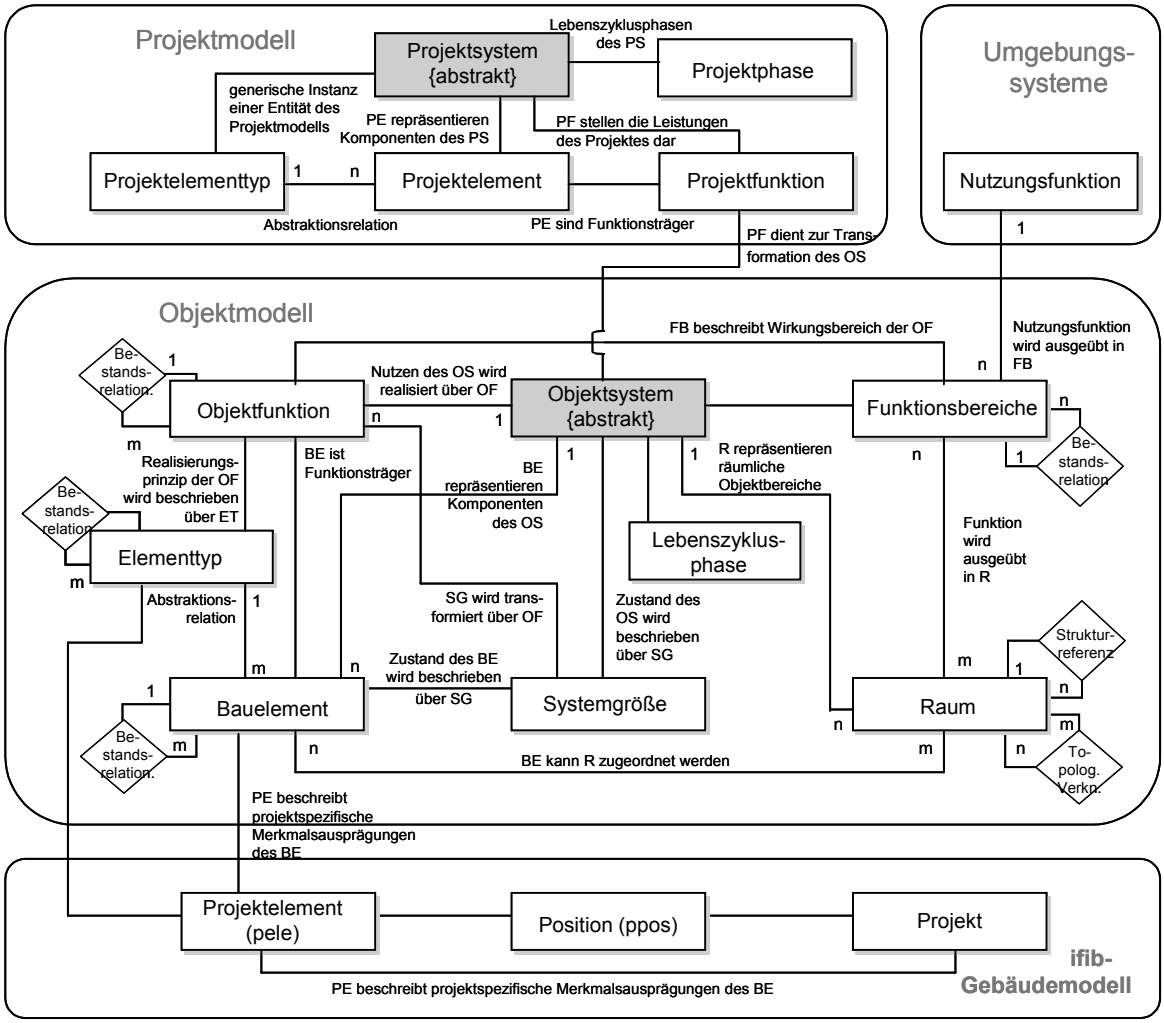


Abbildung 4.2-30: Datenmodell der Strukturobjekte

4.2.4 Strukturbasierte Zugriffsmechanismen

Die im weiteren erläuterten Zugriffsmechanismen basieren auf den in Kapitel 4.2.2.1 erläuterten Prinzipien der Strukturierung und Klassifizierung von Informationen. Durch Nutzung der semi-strukturierten Informationsnetze wird neben dem Zugriff aufgrund präkoordinativer Strukturen zudem anhand postkoordinativer Vernetzung eine Generierung kontextspezifischer logischer Sichten aus der aktuellen Planungssituation heraus ermöglicht, welches eine Handhabung der strukturellen Unschärfe ermöglicht. Durch diese Generierung flexibler kontextspezifischer Sichten wird dabei ein dem aktuellen Nutzungskontext entsprechender Zugriff auf den Datenbestand ermöglicht.

Aufbauend auf den im Rahmen von Praxisprojekten [BoSc00] gemachten Erfahrungen aus der Anwendung der bisherigen Ansätze wird daher ein mehrdimensionales Zugriffskonzept bereitgestellt, welches sowohl das Prinzip postkoordinativer Klassifizierung als auch direkter expliziter

Vernetzung berücksichtigt. Die Selektion der Informationen zur Generierung der Sichten ergibt sich dabei auf zwei Wegen:

- klassifikationsbasierte Selektion
- strukturbasierte Selektion

Klassifikationsbasierter postkoordinativer Zugriff

Um Informationsobjekte dynamisch über postkoordinative Sichten in Beziehung zueinander setzten zu können, wurden im Kontext des Projektmodells entsprechende Metainformationen im Hinblick auf potentiell wünschenswerte Strukturierungen erarbeitet, die in den verschiedenen Teilmodell-Kapiteln beschrieben werden. Im Rahmen des projektbegleitenden Informationsmanagements (Informationsflussmodell) wird in Kapitel 4.6.3.1.1 detailliert auf diese Klassifizierung der Informationsobjekte anhand von Metainformationen und auf die hier genutzten Zugriffsmechanismen eingegangen.

Die Nutzung der in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekte als Klassifikationskriterien ermöglicht eine thematische Zuordnung der Informationen. Durch diesen auf Postkoordination basierenden Zugriff können z.B. Informationen selektiert werden, welche zur Beschreibung derselben Produktkomponente dienen. Zudem kann eine raumbezogene Informationsselektion im Sinne eines Raumbuches ermöglicht. Im Rahmen der in Kapitel 0 beschriebenen prototypischen Umsetzung wurde für diese Arbeit ein solches „Raumbuch“ implementiert.

Die Bereitstellung der selektierten Informationsobjekte erfolgt mittels einer Generierung von Sichten auf den Datenbestand. Dabei werden „logische „Views“ als Sichtweisen entwickelt, die eine Art geordnete Sammlung von Verweisen auf ein oder mehrere Informationslager darstellen, unabhängig von der im Informationslager (vgl. Informationsflussmodell in Kapitel 4.6.1) gewählten Ordnung bzw. expliziten Struktur. Verdeutlich wird dieser Zusammenhang auch in Abbildung 4.2-3. Bei dieser klassifikationsbasierten Prinzip erfolgt der Zugriff sodann auf der Basis entsprechender Metainformationen als Erkennungsmerkmale bei Vorliegen von Merkmalsüberlappung. So kann z.B. eine auf den Planungsgegenstand bezogene Verwaltung von Planungsinformationen realisiert werden, indem die zugewiesene Produktkomponente als Auswahlkriterium zur Generierung der Sicht herangezogen wird.

Strukturbasierter präkoordinativer Zugriff

Die Selektion der Informationen erfolgt anhand expliziter hierarchischer oder assoziativer Objektrelationen, welche sich aus der Schemainstanziierung des Projektmodells heraus ergeben. Hierüber können Wechselwirkungen abgebildet werden, welche sich aus dem Kontext der Projektdurchführung ergeben, wie z.B. eine teamorientierte Informationsverwaltung, welche sich aus der Zuordnung der informationserzeugenden Personen zu den jeweiligen Teams ergeben oder die prozessbezogene Übergabe von Informationen entsprechend den ablauflogischen Verknüpfungen der Prozesse.

Neben aufgaben- und personenbezogenem Zugriff kann so ein organisationsorientierter Zugriff ermöglicht werden, welcher sich aus der Einbindung der Personen über die Aufgaben in ent-

sprechende Teams sowie aus der Zuordnung von Personen zu organisatorischen Rollen (vgl. Kapitel 4.4.3.3) ergibt. Eine prozessbezogene Sicht orientiert sich am Status der bearbeiteten Prozesse und der Phasen. Eine solche am Prozess orientierte SichtSo wird z.B. eine am aktuellen Planungsprozess orientierte Informationsbereitstellung unterstützt (vgl. Kapitel 0). Die Anwendung dieser Zugriffsmechanismen bei der Projektplanung und Durchführung erfolgt jeweils im Rahmen der Beschreibung der entsprechenden Teilmodelle bzw deren prototypischer Umsetzung. Sie orientieren sich dabei, wie beschrieben, am jeweiligen Anwendungskontext der Teilmodelle.

Versteht man, wie beschrieben, Funktionen als Vernetzung von Attributen, so kann daraus geschlossen werden, das bestimmte Relationen zur Abbildung bestimmter funktionaler Zusammenhänge dienen. Struktur ist also nicht allgemeingültig, sondern erlangt ihre Bedeutung erst aus einem gewissen funktionalen Kontext heraus. Die Struktur ist also eine kontextbezogene Sicht auf diese Informationsobjekte. Man könnte auch von einem strukturellen Layerkonzept sprechen.

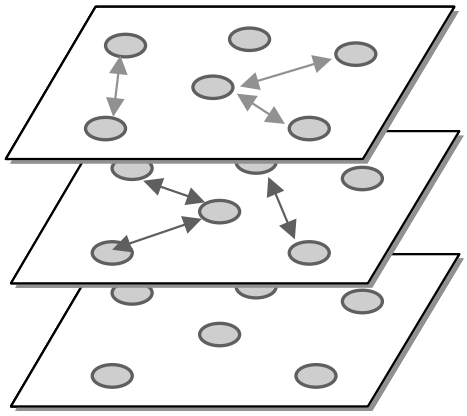


Abbildung 4.2-31: an Funktionen orientiertes strukturelles Layerkonzept

Die Zugriffsmechanismen sollten daher speziell auf jene Strukturen bzw. Relationen aufbauen, die sich aus dem jeweiligen funktionalen Nutzungskontext ergeben. **Kontextorientierter Zugriff**

Bei der Durchführung eines Entwicklungsprojektes haben die verschiedenen Projektbeteiligten sehr individuelle Bedürfnisse hinsichtlich des Zugriffs auf die Projektinformationen. Der Informationsbedarf auf Seiten des Managements unterscheidet sich z.B. recht stark von den Bedürfnissen der eigentlichen Objektplanung. Diese Bedürfnisse ergeben sich dabei anhand des jeweiligen individuellen Nutzungskontextes. Dieser Nutzungskontext kann unter anderem anhand der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Projektfunktionen und den daraus abgeleiteten Projektelementen spezifiziert werden.

Bisherige am Institut verfolgte Ansätze [Müll99] stellen zur Informationsverwaltung daher sogenannte „Kontextbereiche“ zur Verfügung, welche sich allerdings alleine über die Organisationsstruktur (Planungsteams) definieren. Eine zusätzliche am Planungsprozess, an der Person oder

am eigentlichen Planungsinhalt orientierte Sicht ist nicht möglich. So werden hier, eher präkoordinativen Mechanismen folgend, rein teambezogen alle Informationen gebündelt. Bei Involvierung eines Planers in verschiedenen Teams muss sich zudem die jeweilige Person ihre benötigten Informationen aus den verschiedenen Teambereichen selbst zusammensuchen, was zum Teil mit einem recht hohen Aufwand verbunden ist. Eine übergeordnete Sicht auf die gesamten Informationen gibt es nicht.

Der individuelle Informationsbedarf hängt sehr stark mit der aktuelle bearbeiteten Problemstellung zusammen, die über die Teamzugehörigkeit hinaus vor allem über die jeweils ausgeführte fachliche und organisatorische Rolle (vgl. Kapitel 4.4.3.3) sowie über die aktuell zu bearbeitende Aufgabenstellung spezifiziert wird. Der Zugriff und damit die Generierung personenbezogener Sichten muss daher zum einen rollenspezifisch erfolgen, d.h. individueller Zugriff entsprechend der von der jeweiligen Person belegten Rolle im Projektkontext. Übertragen auf den im Rahmen dieser Arbeit gewählten organisatorischen Ansatz liegt es daher nahe, unter anderem die in Kapitel 4.4.3.3 beschriebenen Projektrollen zur Generierung rollenbezogener Sichten heranzuziehen. Eine rollenspezifische Zugriffsgestaltung kann hier realisiert werden, indem zudem der Zugriff auf die Informations- bzw. Managementobjekte über diese fachliche Rollen und die ihnen temporär zugeordneten Aufgaben auch entsprechend den Regeln der Projektstrukturierung konsistent spezifiziert werden.

Der inhaltliche Kontext zur Generierung von Sichten ergibt sich aus einer entsprechenden planungsthematischen Klassifizierung der Aufgabenstellungen anhand der genannten Klassifizierungskriterien (Bezugsobjekte, Systemgrößen, Funktionen, Phasen). Aufbauend auf der mehrdimensionalen Klassifizierung sowohl der Planungsinformationen als auch der Managementdaten wird der Zugriff und damit die Generierung von kontextorientierten Sichten über die Ausbildung von postkoordinativen Äquivalenzrelationen mehrdimensional unterstützt. In Kapitel 4.3.3.5 wird eine an der Problemstellung der Aufgabe orientierte Sicht auf relevante Objektanforderungen oder Ziele vorgestellt. Zur besseren Koordination des Planungsprozesses erscheint zudem eine an der Prozesskoordination orientierte Informationsverwaltung. In Kapitel 4.6.3.3 wird hierauf weiter eingegangen. Ergänzt wird dieses Konzept der strukturbasierten Sichten durch die Bereitstellung aktiver Verteilungsmechanismen. Im Rahmen der Erläuterung des Informationsflussmodells in Kapitel 4.6 wird hierauf detailliert eingegangen.

4.2.5 Vorgehensweise bei der Erarbeitung der Projektstruktur

Die Erarbeitung der Strukturobjekte und hierauf aufbauend die Gliederung der Kooperationsobjekte folgt dem Ansatz der phasenorientierten Projektplanung im Rahmen der sogenannten Metaplanung (vgl. 4.1.4.1) zu Beginn jeder Phase. Dieses phasenorientierte Vorgehen bei der Projektstrukturierung soll helfen, die Dynamik der sich ändernden Randbedingungen besser zu erfassen So kann ein verfrühtes Festlegen auf explizite Lösungsmuster verhindert werden, ohne – gerade zu Beginn des Projektes - über eine ausreichende Informations- und Wissensbasis zu verfügen. Zudem wird so Freiraum geschaffen für flexible Steuerungsvorgänge im Projektverlauf.

Bei der Erstellung der Projektstruktur sind eine Vielzahl an verschiedenen Informationen und Teilsystemen zu berücksichtigen. Wie beschrieben, müssen nicht nur die Aufgaben der eigentlichen Produktplanung berücksichtigt werden sondern auch Tätigkeiten des Projektmanagements. Die im weiteren erläuterte Vorgehensweise soll eine möglichst hohe Vollständigkeit aller relevanten Elemente gewährleisten:

Im Rahmen der Ermittlung der taktischen Zielsetzungen in der strategischen Phase des Projektes erfolgt die Festschreibung des zu erstellenden Outputs des Projektes (Liefer- und Leistungsumfang). Zu Beginn jeder Phase erfolgt die Zusammenstellung aller zur Zielerreichung in dieser Phase notwendigen Objekte. Dies geschieht anhand der Erarbeitung und Konkretisierung der Strukturobjekte entsprechend den Erfordernissen der jeweiligen Planungsphase. Das Vorgehen gestaltet sich, wie in Abbildung 4.2-32 skizziert, anhand der folgenden Schritte:

- Zunächst erfolgt die Ermittlung der Objekte des Produktsystems, welche im Rahmen der Objektplanung bearbeitet werden sollen. Hier wird das Produkt entsprechende dem Planungsfortschritt anhand verschiedenen Abstraktionsniveaus beschrieben. Der inhaltliche Prozess der Entwicklung (Planungsmethodik) und die Klassen der Strukturobjekte zur Beschreibung der Produktstruktur sind dabei die wesentlichen Eingangsinformationen.
- Zudem werden alle Hilfsobjekte, die in dieser Phase zur Durchführung der Objekt-, bzw. Produktplanung notwendig sind bzw. erzeugt werden müssen ermittelt, wie z.B. Gutachten, Testdateien.
- Es folgt die Bestimmung aller Objekte, die zur Durchführung des Projektmanagements notwendig sind, wie z.B. Teams, phasenbezogene Aufgaben, die zur Durchführung des Projektes in dieser Phase erzeugt und verwaltete werden müssen. Erarbeitungsgrundlage sind hier die Objekte des Projektmodells, wobei zwischen Organisationselementen und Koordinationselementen und Inhaltesobjekten unterschieden werden kann. Hier ist die Vorgehensweise bei der Projektplanung wichtige Eingangsgröße. Ergänzt wird dies durch die Ermittlung aller Hilfsmittel des Projektmanagements, die im Phasenverlauf erzeugt werden sollen, wie z.B. Berichte oder Bewertungsdokumentationen.

Mit diesen Schritten ist nun festgelegt: „Was wird gebraucht?“ bzw. „Was muss in dieser Phase erstellt werden?“

- Zur Erarbeitung der eigentlichen Kooperationsstruktur erfolgt hierauf aufbauend die Ableitung von Aufgaben bzw. Tätigkeiten, welche an den für diese Phase erarbeiteten Strukturobjekten durchzuführen sind, wie beispielsweise „Erstellung eines Konzeptes für die Realisierung der Funktion „Belichtung“. Hiermit wird die Überführung der ergebnisbezogenen Objektstruktur in eine tätigkeitsorientierte Projektstruktur ermöglicht. Zu jedem Objekt muss daher erarbeitet werden, welche Tätigkeiten damit durchzuführen sind, wie z.B. bereitstellen, erarbeiten, planen. So entstehen Aufgabenstellungen, wie z.B. „Planen einer Produktkomponente“, „Anfertigen eines Berichtes“, „Steuern eines Prozesses“ oder das „Bilden eines Teams“. Die ermittelten Strukturobjekte stellen somit die Bezugsobjekte zur Spezifizierung der phasenbezogenen Aufgabenstellungen dar (vgl. Kapitel 4.3.3.4) .

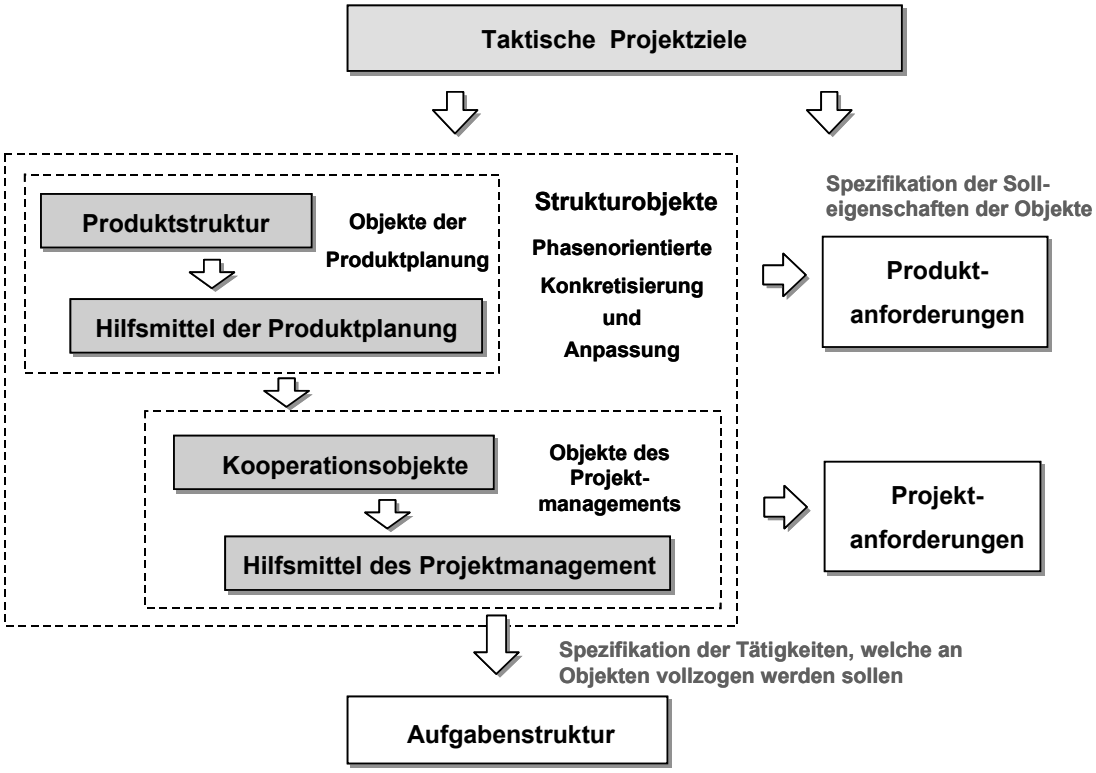


Abbildung 4.2-32: Vorgehen bei der Projektstrukturierung

Unter Zuhilfenahme der Strukturobjekte als eine Art Checkliste können zudem die spezifischen Solleigenschaften der phasenbezogenen Strukturobjekte als Objekt-Anforderungen festgelegt werden (vgl. Kapitel 4.3.3.3). Durch eine Zuordnung von objektbezogenen Anforderungen an diese Objekte (Projekt- und Produktanforderungen) können die Aufgabenstellungen entsprechend spezifiziert werden. Ein Beispiel hierfür ist z.B. die Aufgabe „Erstellung eines Gestaltungskonzeptes für die Fassade“, welche durch Zuordnung der Anforderung „Fassade darf einen Glasanteil von 30% nicht überschreiten“ hinsichtlich der Lösungsqualität beschrieben werden kann. Auf diese Zuordnung von Aufgaben zu Anforderungen über die genannten Strukturobjekte wird in Kapitel 4.3.3.5 bei der Beschreibung von Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation detailliert eingegangen.

Regeln zur hierarchischen Strukturierung

Bei der hierarchischen Strukturierung wird ein Objekt bzw. Teilsystem im Top-Down-Ansatz anhand eines Strukturbaumes schrittweise vom Oberbegriff zu dessen Komponenten hin verfeinert bzw. konkretisiert, bis der gewünschte Detaillierungsgrad erreicht ist. Die Abbildung erfolgt über die in Abschnitt 4.1.3.1.1 genannten hierarchischen Relationsarten. Elemente der jeweils untersten Ebene sind in ihrer innersten Struktur nicht bekannt (Black-box). Bei der Überführung einer horizontalen Ebene in die nächste werden die Elemente nach jeweils einer der genannten Strukturierungsskriterien (nach Phasen, Funktionen oder Bezugsobjekten), die sich anhand der Strukturobjekte ergeben, zerlegt:

Die auf einer Strukturebene angewandte sogenannte **horizontale Strukturierungsregel** (vgl. Abbildung 4.2-33) stellt sicher, dass auf dieser Ebene nur ein Gliederungskriterium angewandt wird. Nur dadurch kann eine vollständige und überdeckungsfreie Gliederung auf der nächst niedrigeren Ebene überprüft werden. Wenn inhaltlich verwandte Komponenten bzw. strukturierte Elemente nebeneinander stehen, wird zudem die Überprüfung erleichtert.

***Anmerkung**: Wichtig ist hierbei, die Informationstiefe zur Beschreibung der eigentlichen Elemente (Konkretisierungsgrad) auf jeder Ebene der Gliederungshierarchie gleich zu halten.*

Jedes Element darf im Strukturbaum zudem nur an einer Stelle auftreten, auch wenn es im zeitlichen Projektablauf an mehreren Stellen vorkommt. Die Vollständigkeit der gesamten Struktur bleibt somit auf jeder beliebigen Strukturebene konsistent und überprüfbar.

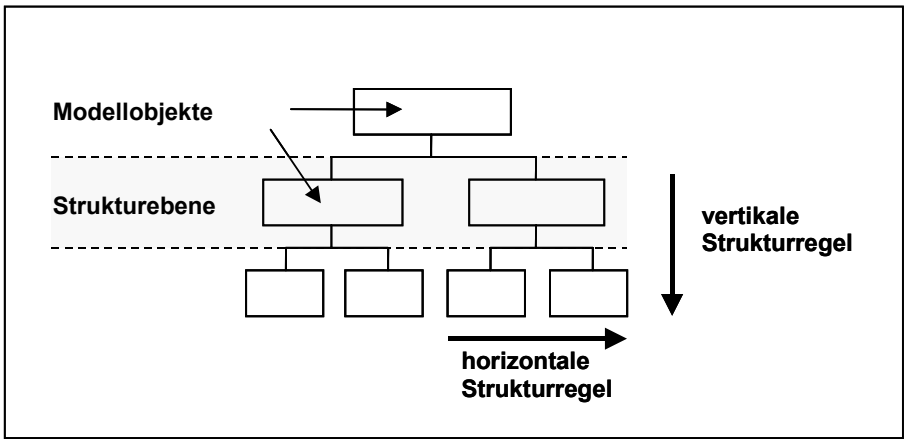


Abbildung 4.2-33: Anwendung der Strukturierungsregeln

Vertikale Strukturregel

Auf jeder Ebene kann eine andere horizontale Strukturierungsregel angewandt werden. Über die Abfolge der Anwendung der Strukturierungskriterien in den unterschiedlichen Hierarchieebenen ergibt sich die vertikale Strukturregel. Die vertikale Strukturfolge erzeugt Projektstrukturen, die sowohl objektorientierte Ebenen als auch ablauforientierte und funktionsorientierte Ebenen enthalten können. Die gemischtorientierte Zerlegung wird somit zum Normalfall. Eine optimale standardisierbare vertikale Strukturregel kann gerade für innovative Entwicklungsprojekte nicht angegeben werden. Die zu wählende Reihenfolge der Anwendung der Strukturregel (vertikale Strukturregel) hängt nach [Resc89] von verschiedenen Einflussfaktoren ab:

- Projektart (Neuentwicklungsprojekt, Weiterentwicklung, F+E-projekt,
- Projektinhalt (Planung, Realisierung, Fertigung)
- Projektgröße
- Projektdauer

Es sollte daher projektspezifisch diejenige vertikale Regel ausgewählt werden, welche am besten dem Ziel des Projektes entspricht und den Besonderheiten des Projektes Rechnung trägt.

4.2.5.1 Anwendung der Strukturregeln bei der Projektplanung

Wie in Abbildung 4.2-34 dargestellt, werden zu Beginn jeder Planungsphase die taktischen Teilziele des Projektes in **operative Planungspakete** überführt, die als ergebnisbezogene Vorgehensziele eindeutig dieser **Projektphase** zugeordnet werden können. Aus diesen phasenbezogenen Planungspaketen werden **Meilensteine** abgeleitet, die einen groben terminlichen Rahmen für das Projekt bilden. Um sowohl Problemstellungen der eigentlichen Objektplanung als auch des Projektmanagements berücksichtigen zu können, erfolgt in der nachfolgenden Ebene des Strukturplanes eine Gliederung des Ziel- und Aufgabensystems nach übergeordneten **Projektfunktionen**, welche allgemeine Tätigkeitsfelder darstellen, die ein ähnliches Kompetenzprofil benötigen (vgl. Kapitel 4.4.3.3). Eine anschließende **objekt- bzw. produktorientierte** Zerlegung kann parallel zu den objektorientierten Anforderungen (vgl. Abschnitt 4.3.3.3) abgeleitet werden. Über eine so realisierbare produktbezogene und somit aufgabenübergeordnete Zuordnung von Anforderungen können aus dem Aufgabenkontext heraus funktionale und bauteil- oder raumbezogene Wechselwirkungen deutlich gemacht werden.

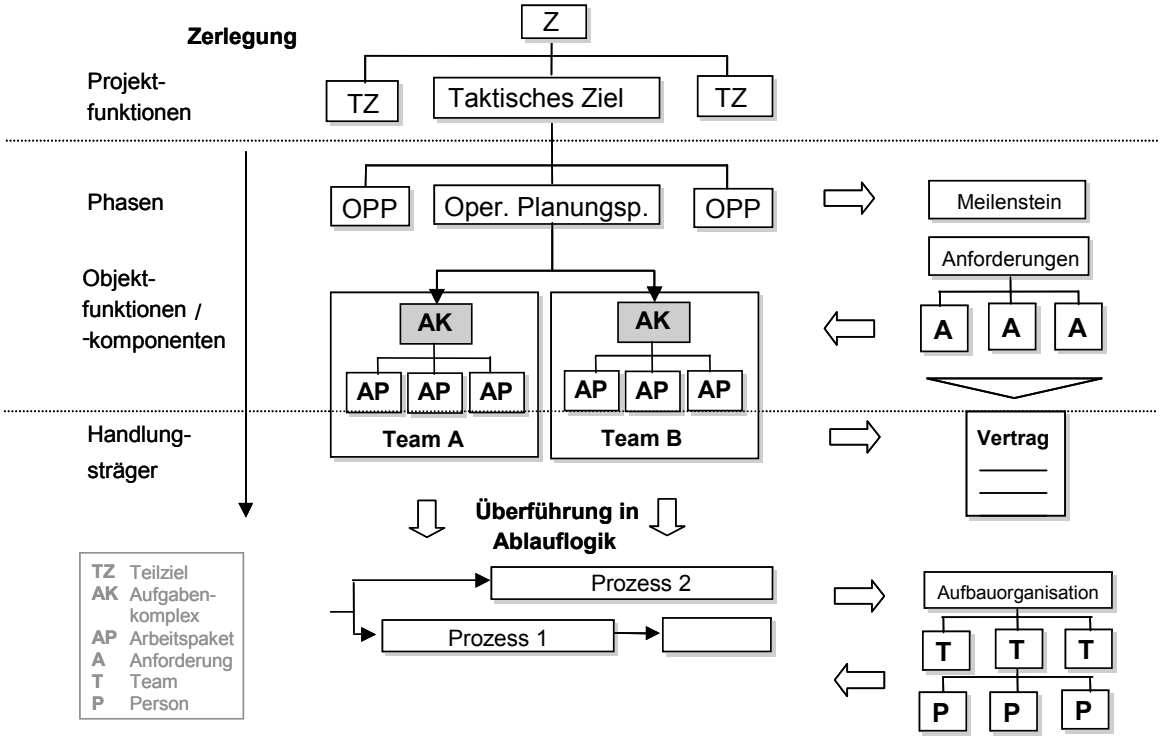


Abbildung 4.2-34: Strukturierung bei der Projektplanung

Die so abgeleiteten Planungsinhalte werden schließlich in sogenannte **Aufgabenkomplexe** überführt. Diese Aufgabenkomplexe enthalten interdisziplinäre Problemstellungen, die inhaltlich eng verknüpft sind, da sie sich auf dieselbe Produktkomponenten oder -funktion beziehen. Sie

bilden daher die Bezugseinheit zur Bildung der Organisationsstruktur (Planungsteams) im Projekt. Diese Gliederung der Organisationsstruktur in aufgabenkomplexbezogene Teams bietet eine hohe Flexibilität, da sie sich aus den aktuellen Problemstellungen heraus ergibt und zu Projektbeginn nicht starr vorausgeplant werden muss. Eine Strukturierung nach konkreten **Fachbereichen bzw. -disziplinen**, also eine Aufteilung der detaillierten **Arbeitspakete** zu den unterschiedlichen **Projektfunktionen bzw. Handlungsträger,** findet erst auf unterer Ebene innerhalb der Teams statt, um eine ganzheitliche Bearbeitung der Aufgaben zu gewährleisten. Hier können die Arbeitspakete als Vertragsbasis herangezogen werden. Ein konkretes Beispiel zur Anwendung der Strukturierungsregeln zeigt die folgende Abbildung 4.2-35:

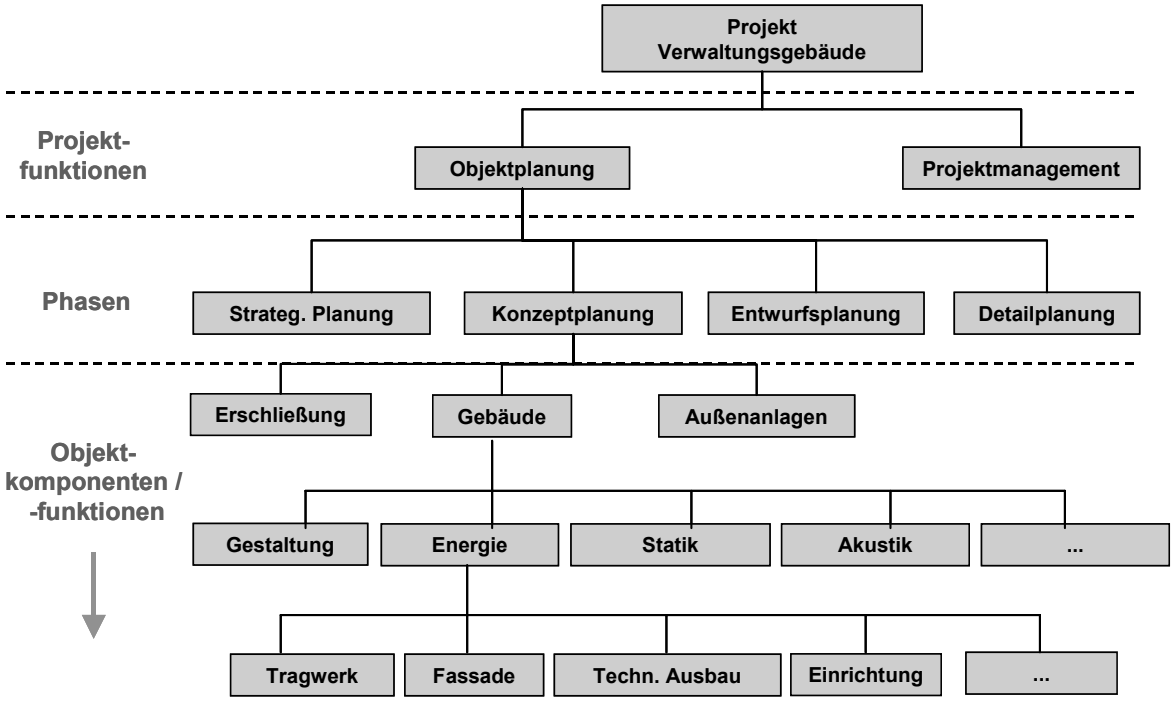


Abbildung 4.2-35: Beispiel zur Anwendung der Strukturregeln

In weiteren erfolgt die Erläuterung der verschiedenen Teilmodelle mit ihren spezifischen Elementen und ihrem Aufbau. Zudem wird für jedes Teilmodell ein Vorgehensmodell zur Erarbeitung und Handhabung der Modellelemente vorgestellt. Die dort beschriebenen Vorgehensweisen zur Modellierung der verschiedenen Projektaspekte ordnen sich wiederum ein in das in Kapitel 4.1.4 beschriebene übergeordnete Vorgehensmodell zur phasenbezogenen Projektplanung.

4.3 Das Ziel- und Aufgabenmodell

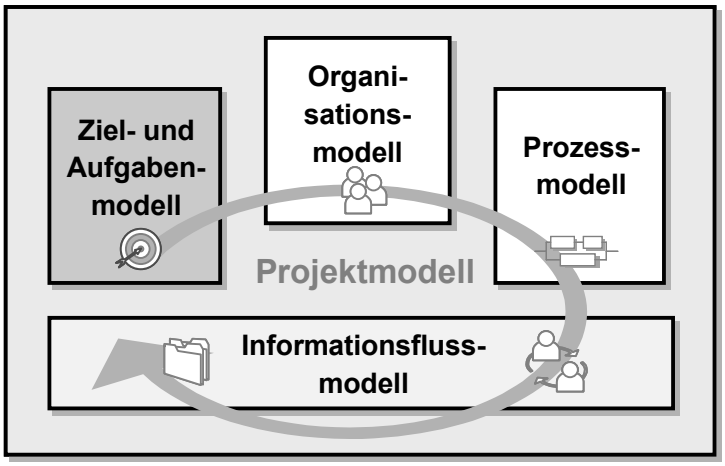


Abbildung 4.3-1: Das Ziel- und Aufgabenmodell im Gesamtkontext

Die in hohem Maße gestiegenen Anforderungen an Qualität, Energieverbrauch, technische Ausstattung, Komfort sowie Umweltverträglichkeit von Gebäuden lassen die Komplexität der Bauplanung immer weiter anwachsen und machen eine konsequente Weiterentwicklung bzw. Umorientierung der Vorgehensweise im Planungsprozess erforderlich. Einen möglichen Lösungsansatz bietet hier die Entwicklung und Anwendung einer ganzheitlichen anforderungsorientierten Planungsmethodik, welche die Planung als integrierte Gesamtleistung aller beteiligten Fachrichtungen und nicht als Summe von Einzelleistungen begreift.

Im Verlauf der Objektplanung prägen Bewertungs-, Auswahl- und Entscheidungsprozesse jede Phase des Projektes und filtern aus der Fülle der möglichen Lösungsvarianten diejenigen Konzepte heraus, die weiterverfolgt und verwirklicht werden sollen. Wenn diese Bewertung rational begründet sein soll, dann muss sie sich an einer bestimmten Zielvorstellung und an Planungsanforderungen orientieren. Eine detaillierte Erfassung der Ziele und Anforderungen, ihre Einbindung in ein Zielsystem, das auch die Anforderungen des übergeordneten Systems wie z.B. soziokulturelle und ökologische Aspekte berücksichtigt, stellt somit die entscheidende Grundlage jeglicher Planungsarbeit dar. Die Zielplanung hat dabei die Aufgabe, Lösungen, die sich aus der Planung ergeben, auf ihre funktionale Eignung, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit, Ressourcenerhaltung und nicht zuletzt auf gesellschaftliche Akzeptanz zu prüfen. Wie in der Literatur bereits [Geba00, Eile99, Ahre99 und SiWB02] dargelegt, führt eine mangelnde Erfassung und Festschreibung von Zielen des Auftraggebers und Anforderungen sowohl zu mangelnder Planungseffizienz als auch zu mangelhafter Lösungsqualität. Ohne die umfassende Klärung des Bedarfs des Bauherren und die darauf aufbauende Entwicklung von Planungszielen ist keine qualitativ hochwertige Planung im Sinne einer integralen Vorgehensweise realisierbar.

4.3.1 Grundlagen und Stand der Dinge

Nach Kuchenmüller [Kuch97a und Kuch97b] wird die Zielplanung im deutschen Baubereich nur ansatzweise und intuitiv sowie nur in wenigen Fällen gezielt und strukturiert eingesetzt wird, wo doch gerade hier durch die hohe Dynamik und Komplexität der Bauvorhaben diesem Aspekt eine sehr hohe Bedeutung zukommen müsste. Im Gegensatz zu den Entwicklungen in Skandinavien, Großbritannien und der Schweiz wird in Deutschland der Bedarfsplanung im Baubereich so bislang nur eine untergeordnete Bedeutung beigemessen. In Anlehnung an die internationale ISO 9699 wurde zwar 1996 die DIN 18025 „Bedarfsplanung im Bauwesen“ [DIN 18205] verabschiedet, diese hat bisher aber noch nicht zu einer grundlegenden Änderung im Planungsvorgehen geführt.

Eine systematische Vorgehensweise bei der Entwicklung von Zielen und Anforderungen sowie zu deren kooperativer Handhabung im verteilten Planungskontext existiert bisher für den Baubereich nicht [SiBo01 sowie Geba00]. Die hierbei zur Steigerung der Planungsqualität notwendige Einbeziehung des Bauherren, der Nutzer und auch der beteiligten Fachplaner in den Zielfindungsprozess setzt das Vorhandensein entsprechender methodischer Kompetenzen voraus. Ein großes Defizit wird diesbezüglich nach Kuchenmüller gerade auf Seite des Bauherren deutlich, zumal dieser bereits mit den an ihn gestellten fachlichen Forderungen in vielen Fällen überfordert ist [Kuch97a]. Eine Verbesserung dieser Situation wird sich daher erst dann einstellen können, wenn die Planungsbeteiligten über die formalen Grundlagen hinaus methodisch bei der Zielplanung unterstützt werden.

Das Potential einer konsequenten Bedarfsplanung wird im Bauwesen allerdings zunehmend erkannt. Es hat sich gezeigt, dass eine Intensivierung des Arbeitseinsatzes in den frühen Planungsphasen eine höhere Qualität und Nutzerakzeptanz entstehen lässt und eine Verringerung des Ressourceneinsatzes während des Projektverlaufes bewirkt [Kuch97b]. Aufgrund dieses festgestellten Bedarfs mehren sich die Versuche, die Zielproblematik gedanklich zu durchdringen und gedankliche Lösungen zu finden. Nach [Ropo75] sind allerdings „griffige Konzepte hier noch schwieriger aufzustellen als bei anderen Fragen der Systemtechnik“. Viele Ansätze beschränken sich nach Eiletz daher darauf, zumindest die Fragestellung und die Grundgedanken zu ihrer Beantwortung zu erläutern [vgl. Eile99].

Für Teilbereiche der Planung und hier speziell die energetische Optimierung existieren einzelne Ansätze. So beschäftigt sich z.B. das Institut für Kernenergie und Energiesysteme (IKE) der Universität Stuttgart zur Zeit mit der Konzeption eines planungsbegleitenden Pflichtenheftes zur Spezifikation von Anforderungen an einen energieeffizienten Anlagenbetrieb im Bereich des Schulbaus [Schm02 sowie Hall04].

In den letzten Jahren sind in Deutschland eine Reihe von Bauvorhaben realisiert worden, bei deren Planung von Anfang an ein verstärktes Augenmerk auf die Analyse der Bedürfnisse der Auftraggeber, die Definition der Ziele und eine optimale Umsetzung derselben gelegt wurde [Zent04, WaBo99]. Der Ansatz, schon in den ersten Planungsphasen Teams aus Ingenieuren, Architekten, Bauökonomen und IT-Spezialisten zu bilden und „integral“ zu planen, hat wesentliche Fortschritte in Hinblick auf die Aspekte Ökonomie, Ökologie, Bauphysik und Gebäudetech-

nik gebracht und ließen Betrieb sowie Entscheidungs- und Bauabläufe schneller und einfacher werden. Die Ergebnisse aus diesen Projekten haben aber auch den dringenden Bedarf an weiterführenden methodischen Konzepten aufgezeigt, die anforderungsorientierte Planung ganzheitlich zu unterstützen [BoSc00].

4.3.1.1 Ansätze der Konstruktionsmethodik

Im folgenden Abschnitt soll die Frage geklärt werden, ob die Ansätze anderer Domänen auf die Problematik des Bauwesens übertragbar sind.

Eingeführte Begriffe im Bereich der allgemeinen Produktentwicklung [vgl. Rude98] sind das Lastenheft und das Pflichtenheft [VDI 3694]. Nach VDI 2221 [VDI 2221] ist das Ergebnis der Aufgabenklärung die Anforderungsliste, die sich aus dem Pflichtenheft entwickelt. In der Anforderungsliste sind alle Anforderungen an ein künftiges Produkt zusammengetragen. Bezugnehmend auf Pahl und Beitz [PaBe93] geht diese insofern über etwaige Lastenhefte und Pflichtenhefte der Auftraggeber hinaus, als nach dem Zusammentragen aller Informationen über das künftige Produkt deren Verarbeitung und Festlegung in einer den Arbeitsschritten und Entscheidungskriterien des Produktentwicklungsprozesses angepaßten Ordnung erfolgt.

Es gibt eine große Anzahl von Instituten und Einrichtungen, die sich mit der Aufgabenstellung der rechnerunterstützten Modellierung von Anforderungen an ein zukünftiges Produkt befassen [FrKr99, Hump95, Kick95, Krus00, Mont96, Webe98 sowie Rzeh98 und Geba00]. Schwerpunkt ist hier allerdings zumeist die systematische Aufbereitung von Anforderungen für die Variantenkonstruktion im Bereich der Produktweiterentwicklung im Maschinenbau [Roth00]. Auch Weinbrenner [Wein94] unterstützt den Anwender bei der Spezifikation von Anforderungen, die zur Generierung von Produktvarianten notwendig sind. Dies setzt allerdings voraus, daß die Produktlogik bereits im Vorfeld zwingend akquiriert sein muß [Wein94]. Auch der Prozess der Anforderungsbewertung wird, wenn auch für spätere Planungsphasen [Kick95, FrKr99] betrachtet. Diese bestehende Ansätze, die zumeist aus dem Maschinenbau stammen, haben ihren Fokus zum größten Teil auf dem Bereich der Massengüterentwicklung bzw. der Produktweiterentwicklung und sind so nur begrenzt auf die Problematik der Unikatentwicklung anwendbar [vgl. Geba00]. Zudem verstehen sich diese Ansätze als Aspekte der Modellierung unternehmensinterner Strukturen und sind nicht ohne weiteres auf einen verteilten firmen- bzw. auch branchenübergreifenden Kooperationsverbund übertragbar. Bezüglich einer weiterführenden Erläuterung der genannten Ansätze und deren Bewertung sei auf Ahrend [Ahre00] verwiesen.

Quality Function Deployment (QFD)

Eine in verschiedenen Domänen angewandte Methode zur Ziel- und Anforderungsentwicklung ist das Quality Function Deployment [ReMa97, Geba00, Dann96]. Das Kernelement der Methode des QFD (Quality Function Deployment) sind Matrizen. Wie in der folgenden Abbildung ersichtlich, werden bei der Betrachtung von Korrelationen zwischen Kundenanforderungen und Qualitätsmerkmalen im Rahmen der „House of Quality“ (HoQ) des QFD technisch bedingte Konflikte im Dach des HoQ betrachtet. Die Überführung von Kundenanforderungen in techni-

sche Anforderungen wird hier allerdings nicht explizit unterstützt, zudem wird auch der Zusammenhang zwischen technisch bedingten Konflikten (zwischen den Qualitätsmerkmalen) und den Kundenanforderungen nicht genauer betrachtet. Auch ist es fraglich, ob im Rahmen einer kooperativen verteilten Zusammenarbeit eine solche sehr komplexe Matrix genügend Übersichtlichkeit hinsichtlich der Wechselwirkungen der einzelnen Problemstellungen bietet [vgl. Eile99].

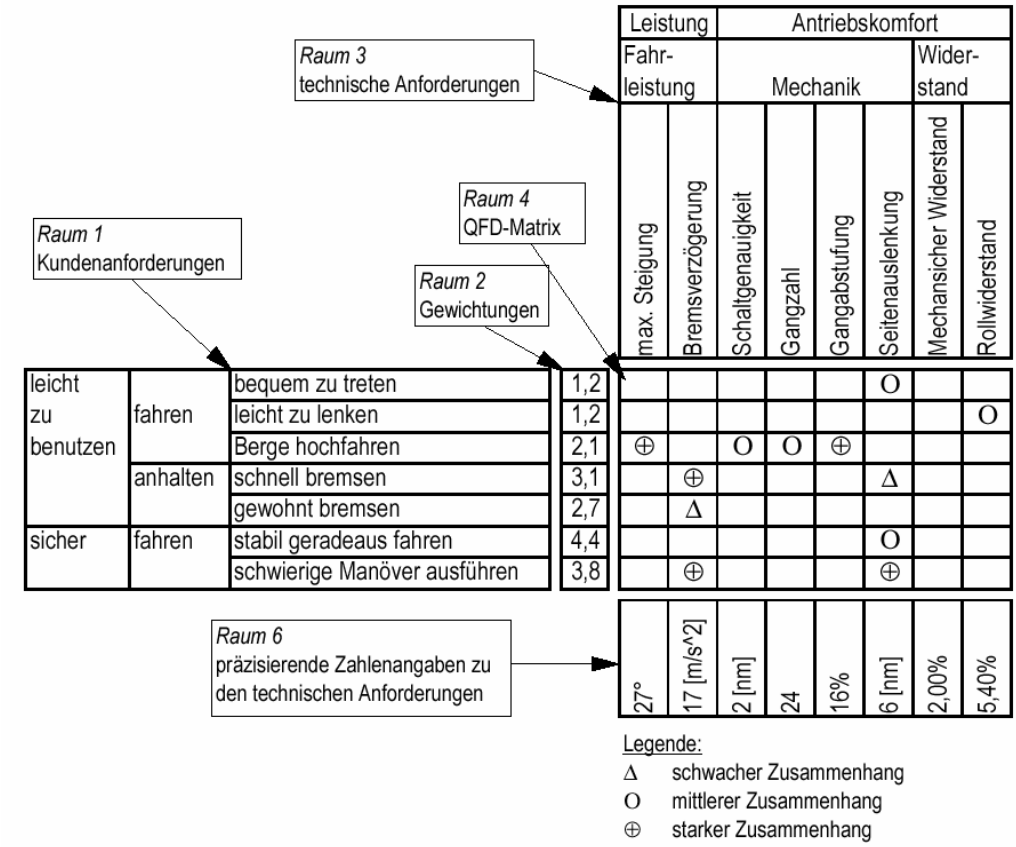


Abbildung 4.3-2: Auszug aus dem „House of Quality“ am Beispiel eines Fahrrades nach [Dann96]

IT-Systeme zur Anforderungsentwicklung

Auf Basis der beschriebenen Lösungsansätze aus dem Bereich der Forschung wurden am Markt verfügbare, kommerzielle Softwarewerkzeuge entwickelt, die sich in Anforderungsmanagementsysteme und QFD -Werkzeuge unterteilen lassen [Akao92].

Im englischsprachigen Raum sind Anforderungsmanagementsysteme - sogenannte RMS-Systeme (Requirement Management Systems) - weit verbreitet. Ziel dieser Systeme ist die Generierung und Verwaltung von Anforderungen. Diese Systeme bieten dem Anwender Unterstützung bei der Spezifikation und Strukturierung von Anforderungen, Definition von Beziehungen zwischen Anforderungen, bei der Bereitstellung vordefinierter produktgruppenspezifischer Anforderungslisten sowie beim Wiederfinden von Anforderungslisten durch entsprechende Suchfunktionen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass zur kooperativen Produktentwicklung auf der Basis verteilter Anforderungen bisher auch in anderen Domänen ein ganzheitliches Konzept fehlt. Es sind derzeit keine Lösungsansätze erkennbar, welche die Abhängigkeiten zwischen den Anforderungen und deren Wechselwirkungen mit dem Lösungskontext bei der kooperativen Bearbeitung konstruktiver bzw. planerischer Aufgabenstellungen behandelt. Es fehlt zudem ein Konzept zur Unterstützung der Verteilung von Entwicklungsaufgaben und der ständigen Synchronisation der entwickelten Lösungen. Gebauer [Geba00] fasst den Stand der Technik im Bereich der kooperativen Produktentwicklung auf der Basis verteilter Anforderungen folgendermaßen zusammen:

- Schlechte methodische Aufbereitung des anforderungsgetriebenen Entwicklungsprozesses: Eine Beschreibung der Vorgehensweise innerhalb des Produktentwicklungsprozesses zur Spezifikation und Verarbeitung von Anforderungen fehlt bisher.
- Unzureichende DV-technische Integration:
  Es existiert keine Integrationsplattform für die verschiedenen Experten. Generell werden die Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnik nicht genutzt. Zudem sind die technische Schnittstellen der unterschiedlichen (isolierten) Werkzeuge bisher nicht geklärt.
- Mangelnde anwendungsbezogene Einbindung:
  Die Einführung eines Anforderungsmodellierungssystems wird gegenwärtig zu wenig von organisatorischen Maßnahmen begleitet, um die inviduellen Arbeitsabläufe zu unterstützen. Als weiteres Defizit ist die mangelnde Einbindung in den übergeordneten Planungs- und Entwicklungsprozess zu nennen.

4.3.2 Anforderungen und Lösungsansätze

Eine kooperative Formulierung und Handhabung von Zielen und Anforderungen stellt gerade in einem räumlich verteilten Projektkontext sehr vielseitige Forderungen. Erfahrungen, welche im Rahmen von Anwendungsprojekten am Institut für Industrielle Bauproduktion der Universität Karlsruhe gewonnen werden konnten, zeigten den großen Bedarf an methodischer Unterstützung bei der Erarbeitung und Handhabung von Zielen [BoSc00]. Diesem Wunsch gegenüber steht ein auffallender Kenntnismangel der Projektbeteiligten hinsichtlich eines methodischen Vorgehens zur Zielerarbeitung und Zielbewertung. Ist kein entsprechend qualifizierter Projektmoderator vorhanden, agieren Planer auf traditionelle Art und Weise.

Als ein weiterer Problempunkt zeigte sich das Fehlen von Konzepten zur inhaltlichen Synchronisation. So konnte in den genannten Anwendungsprojekten kein den komplexen Problemstellungen entsprechender Umgang mit inhaltlichen Wechselwirkungen beobachtet werden. Selbst wenn Wechselwirkungen an einigen Stellen offensichtlich wurden, so wurden diese von den beteiligten Planern nicht wahrgenommen. Besonders offensichtlich wurde dieser Mangel an inhaltlicher Synchronisation im Bereich der Lebenszyklusbetrachtung. Hier zeigte sich, dass Auswirkungen auf spätere Lebenszyklusphasen bei der Planung nicht entsprechend berücksichtigt wurden.

Aufbauend auf diesen Erfahrungen sollen folgende Anforderungen an die Konzeption des Zielsystems abgeleitet werden:

- Entwicklung einer Strukturierungssystematik
- Einbindung der Erarbeitung und Handhabung der Ziele und Anforderungen in den Kooperationsprozess

Strukturierungssystematik des Zielsystems

Um die zur Lösung von komplexen Problemstellungen der Unikatentwicklung notwendige Anwendung integraler Planungsansätze zu unterstützen, muss die Festlegung eines ganzheitlichen Zielkonzeptes ermöglicht werden, das eine möglichst vollständige Erfassung und Abbildung aller relevanten Zielaspekte gewährleistet und diese unter Berücksichtigung ihrer inhaltlichen bzw. thematischen Wechselwirkungen im Sinne eines integrativen Ansatzes vernetzt. Die so festgelegten Teilziele und die ihnen zugeordneten Anforderungen dienen dabei als Kriterien für die Beurteilung der Zielerfüllung. Hierdurch können die verschiedenen thematischen Aspekte der Planung entsprechend berücksichtigt werden.

Ein Großteil der Probleme im Bereich der integrierten Produktentwicklung tritt momentan vor allem bezüglich der Semantik auf, da keine einheitlichen Begrifflichkeiten existieren. Die unterschiedlichen Bezeichnungen von Anforderungen, Merkmalen, Eigenschaften und deren Lösungen erschweren eine effiziente Kooperation. Wesentliche Voraussetzung wird somit die Spezifikation einer eindeutigen und konsistenten Begriffswelt zur Zielplanung. Ein grundlegender Punkt ist dabei die Erarbeitung einer Systematik zur Entwicklung und strukturierten Verwaltung eines Ziel- und Aufgabensystems. So soll die Entwicklung verschiedener Zieltypen, deren Gewichtung und entsprechend klassifizierte Einordnung in das Zielsystem unterstützt werden. Das zu erarbeitende Zielsystem soll Transparenz schaffen bezüglich der inhaltlichen Verknüpfungen und Wechselwirkungen der Zielsetzungen und Anforderungen. Über die Bereitstellung von Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation sollen Zielkonflikte vermieden und die verschiedenen planungsrelevanten Aspekte, wie z. B. Ökologie oder Ökonomie mit der ihnen entsprechenden projektspezifischen Wertigkeit berücksichtigt werden können.

Die Konzeption und Strukturierung des Ziel- und Aufgabensystems darf zur Gewährleistung einer vollständigen Integration nicht isoliert erfolgen, da z.B. die abgeleiteten Aufgaben die Bezugseinheit zur Bildung der Organisationsstruktur im Projekt darstellen (vgl. auch Kapitel 4.2.5). Die Struktur des Ziel- und Aufgabensystems nimmt so Bezug auf die thematische Strukturierungssystematik des gesamten Projektmodells (vgl. Kapitel 4.2.2). Damit wird eine inhaltliche Einordnung der Elemente des Zielsystems in den Planungskontext und somit eine bessere Kopplung mit den anderen Partialmodellen möglich.

Bezugnehmend auf die **systemtechnische Herleitung** des gesamten Projektmodells basiert auch die Konzeption des Zielsystem als ein wichtiger Aspekt des Handlungssystems Projekt auf einer systemtechnischen Betrachtung. Ziele und Anforderungen werden so als Spezifikation von Soll-Ausprägungen entsprechender Systemgrößen verstanden, mit welchen sowohl statische Attribute, wie z.B. Systemzustände, aber auch Systemfunktionen als Leistungsmerkmale beschrieben werden können. Daneben können anhand dieser systemtechnischen Betrachtung

die Schnittstellen zu den als relevant identifizierten Umgebungssystemen, wie Umwelt, Gesellschaft, Nutzer etc. systematisch untersucht und explizit abgebildet werden.

Zu Beginn des Projektes sind auf Bauherren- bzw. Kundenseite meist nur sehr allgemein formulierte Zielsetzungen und Absichten vorhanden. Hier können Zielsetzungen meist nur sehr unscharf beschrieben werden und sie konkretisieren sich erst im weiteren Planungsverlauf. Das Zielsystem muss so entsprechend der jeweiligen Projektphase auf unterschiedlichen **Konkretisierungsniveaus** beschreibbar sein, um die projektbegleitend stattfindende Überführung und Detaillierung erfassen zu können. Dabei wird die Entwicklung unterschiedlicher Zielarten und Konkretisierungsebenen notwendig sowie ein hierauf aufbauendes Konzept der Überführung dieser Zielebenen und Ableitung konkreter Planungsaufgaben und Gebäudeanforderungen.

Einbindung in den Kooperationskontext

Aufgrund der in den Praxisprojekten gemachten Erfahrungen hinsichtlich der Akzeptanz durch die Planer [vgl. ebenfalls BoSc00], soll als eine weitere Anforderung das System zur Zielplanung als assistierendes Werkzeug konzipiert werden, welches den Planern im kooperativen Planungskontext entsprechenden Freiraum belässt, ihre Erfahrungen einzubringen und so den Planungsfreiraum nicht zu stark einschränkt. Das zu entwickelnde System dient daher als Diskussionsgrundlage zur gemeinsamen Erarbeitung der Zielsetzungen.

Zur Gewährleistung einer ganzheitlichen Vorgehensweise wird es notwendig, alle für das Projekt relevanten Aspekte aufzudecken und in den Zielfindungsprozess einzubinden. Hierzu bedarf es der Integration sehr vielseitigen Wissens und zudem der Berücksichtigung der unterschiedlichen Blickwinkel und Wertesysteme aller Betroffenen. Um eine ganzheitliche Orientierung für zukünftige Projekthandlungen zu erzeugen, ist an der Erarbeitung und Konkretisierung der Projektziele so ein möglichst großes Spektrum unterschiedlicher Kompetenzen und Personen zu beteiligen. Ein weiterer wichtiger Punkt liegt so in der Konzeption eines **partizipativen Vorgehens bei der Zielplanung**, welches alle betroffenen Gruppen und Bereiche in den Zielfindungsprozess einbindet. Aufbauend auf der Modellierung eines phasenorientierten Projektplanungsvorgehens (vgl. Kapitel 4.7), soll die Erarbeitung und Anpassung des Zielsystems als teamorientierter Managementprozess erfasst und unterstützt werden. Zur Unterstützung sind Konzepte bezüglich der Bearbeitungsrechte, Freigabemechanismen, einer Kopplung mit der Organisationsstruktur des Projektes etc. zu erarbeiten. Einen wichtigen Punkt stellt hier z.B. die Regelung von Zuständigkeiten bei der Zielerarbeitung und Bewertung dar. Hier soll auf das in Kapitel 4.4.3.3 beschriebene organisatorische Rollenkonzept Bezug genommen werden.

Um sich entsprechend in den Zielfindungsprozess einbringen zu können, werden die Planungsbeteiligten über die formalen Grundlagen hinaus methodisch unterstützt. Ein weiterer Punkt stellt dabei die Erarbeitung eines **methodenbasierten Vorgehensmodells** dar, welches die Beteiligten als eine Art assistierender Leitfaden bzw. Zielplanungspilot durch den Prozess der Zielplanung und Anpassung leitet. Dieser Zielplanungspilot soll von der Erhebung der Kundenbedürfnisse über die Definition detaillierter technischer Anforderungen und Aufgaben durchgängig anleiten. Diese Vorgänge der Ziel- und Anforderungsmodellierung müssen zudem entspre-

chend in den Planungsprozess integriert werden. So sollen aufbauend auf der im Phasenmodell in Kapitel 4.5.3.1 beschriebenen Phasenbildung die Prozesse zur Zielkonkretisierung bzw. Zielanpassung in die Planungsphasen eingebunden werden. Die Zielplanung ist zudem in das in 4.1.4 beschriebene übergeordnete Vorgehensmodell zur Projektplanung zu integrieren.

Die Erarbeitung und Festschreibung von Zielen und Anforderungen macht nur dann Sinn, wenn diese Festlegungen den Planern während des Planungsprozesses entsprechend dargeboten und transparent gemacht werden. Im Weiteren stellt sich daher die Frage, wie die **kooperative Handhabung der Ziele und Anforderungen** im Planungsprozess bewerkstelligt werden kann. Gerade in Hinblick auf eine räumlich verteilte Kooperation gestaltet sich diese gemeinsame Nutzung und Anwendung als ein sehr wichtiger aber auch schwieriger Punkt. Lösungsansatz ist hier eine an den Planungskontext angepasste Kommunizierung von Zielen, Anforderungen und deren Wechselwirkungen durch die Generierung problembezogener thematischer Sichten. Zudem soll durch eine entsprechende Spezifikation der Sollwerte und Umschreibung des Zielkontextes eine bessere Interpretierbarkeit der Sollvorgaben gewährleistet werden. So wird durch die Anwendung entsprechender Klassifizierungsmechanismen (vgl. Kapitel 4.2) die flexible Zuordnung objektbezogener Anforderungen zu entsprechenden Planungstätigkeiten ermöglicht. Aus dem aktuellen Kontext der konkreten Planungsaufgabe heraus soll damit ein Zugriff auf die für die aktuelle Aufgabenstellung relevanten objektbezogenen Anforderungen ermöglicht werden.

4.3.3 Konzeption des Ziel- und Aufgabenmodells

Im Rahmen der Arbeiten an diesem Teilmodell wurde deutlich, dass in der Literatur bezüglich der Ziel- und Anforderungsthematik eine sehr diffuse Begriffswelt existiert. Vom „Zielkatalog“ über den „Entwicklungsauftrag“ zur „Anforderungsliste“, vom „Rahmenplan“ zum „Lastenheft“ oder „Pflichtenheft“ bis zur „Spezifikation“ oder dem „Leistungsverzeichnis“ sind sehr viele Formulierungen gebräuchlich und werden zudem mit sehr unterschiedlichen Begriffsbedeutungen angewandt. In diesem Zusammenhang werden in der Literatur vor allem die Begriffe Ziele, Anforderungen und Aufgaben sehr oft verwischt. So werden z.B. in der im Bereich der allgemeinen Konstruktionsmethodik (vgl. VDI 2222) üblichen „Anforderungsliste“ sowohl Beschreibungen von lösungsneutralen Solleigenschaften des Produktes als auch tätigkeitsorientierte Maßnahmen als Anforderungen bezeichnet. Dies führt – aus Sicht der Autorin – zu einer problematischen „Vermischung“ von unterschiedlichen Sachverhalten, die zudem auch sehr unterschiedlich gehandhabt werden müssen.

In dem hier vorgestellten Konzept wird daher versucht, die verschiedenen Aspekte, Elemente und Konkretisierungsniveaus der Ziel- und Aufgabenplanung zu identifizieren und durch eine spezifische Konzeption von Teilsystemen besser handhabbar und nutzbar zu machen. Zum besseren Verständnis sollen einleitend die in diesem Konzept spezifizierten Teilsysteme und Elemente sowie ihr Zusammenwirken bezugnehmend auf Abbildung 4.3-3 kurz dargestellt werden.

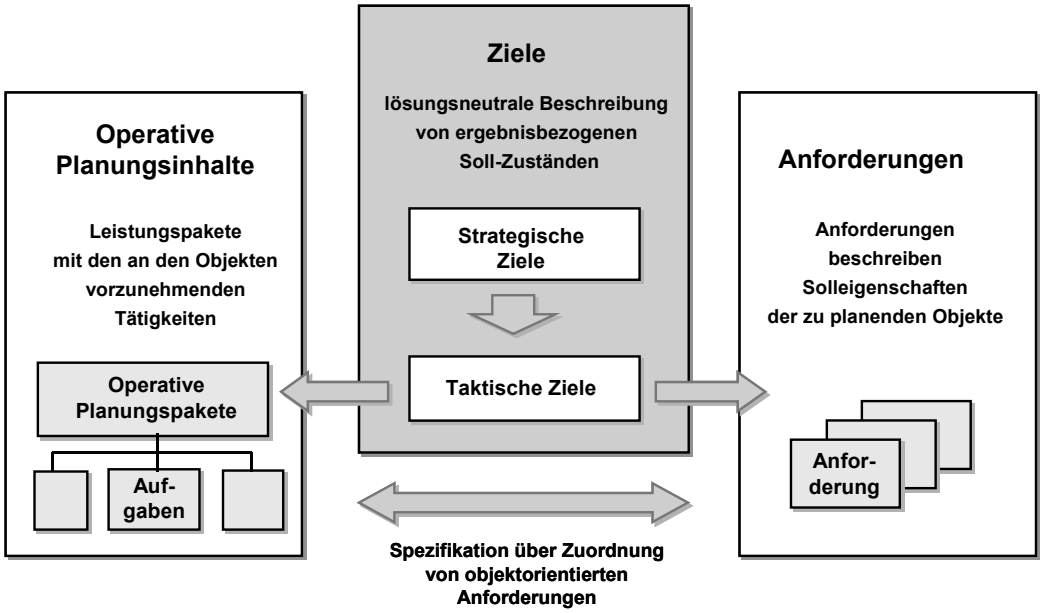


Abbildung 4.3-3: Teilsysteme des Ziel- und Aufgabensystems

Teilsysteme des Ziel- und Aufgabensystems

Ziele dienen zur Abbildung der Wünsche und Strategien des übergeordneten Systems (Bauherr, Gesellschaft etc.) und schaffen so Transparenz hinsichtlich des jeweiligen Wertesystems der betroffenen Gruppen und Umgebungssysteme. Sie beschreiben den Sinn und Zweck des Projektes sowie den Nutzen und die Wirkung des zu planenden Objektes auf übergeordneter Ebene. Sie beziehen sich dabei stets auf das Gesamtsystem, so dass keine detaillierte Spezifikation der Funktionsweise, des Aufbaus oder der konkreten Qualitäten des Planungsobjektes und seiner Teile benötigt wird.

Anforderungen dienen zur Beschreibung der internen Funktionsweise und des konkreten Aufbaus des Produktes, um den übergeordneten Forderungen (dem in den Zielen beschriebenen Nutzen) entsprechen zu können. Damit können aufbauend auf der übergeordneten Zielspezifikation verbindliche Planungsvorgaben erarbeitet werden, welche die konkreten technischen Qualitätsmerkmale bzw. Leistungsmerkmale des Gebäudes und seiner Teile spezifizieren. Anforderungen beschreiben lösungsneutral die zu erreichende Qualität oder Quantität spezifischer Merkmalsausprägungen des Planungsobjektes. Sie definieren damit die Soll-Eigenschaften und Rahmenbedingungen für die entsprechende Qualität eines Bezugsobjektes. (vgl. Objektstruktur in Kapitel 4.2.3) und existieren somit auch nur in Bezug auf dieses spezifische Objekt. Anforderungen geben keine Auskunft über die Tätigkeit zur Erstellung und Handhabung des Bezugsobjektes. Dies geschieht über die an die Objekte geknüpften *Planungsinhalte*.

Operative Planungsinhalte dienen als Handlungsziele zur Koordination des Prozesses der Zielerreichung. Sie werden für bestimmte Projektphasen festgelegt und beschreiben – als Ergänzung der lösungsneutral formulierten Ziele und Anforderungen – tätigkeitsorientiert die Vorgehensweise zur Zielerreichung. Ein Beispiel hierfür ist die „Erstellung eines energetischen

Konzeptes für ein Gebäude“. Die aus den Zielen abgeleiteten operativen Planungsinhalte beschreiben als Vorgehensziele das, was im Projektverlauf und zugehörigen Planungsprozess unter konkreten wirtschaftlichen Bedingungen im Handlungssystem erreicht bzw. realisiert werden soll, um die definierten *Ziele* zu erfüllen. Sie stellen durch die Spezifizierung von Soll-Zuständen des Projektes die Basis des Aufgabenmanagements dar. Die hierbei verwalteten *Arbeitspakete* beschreiben als Aufgabenstellung die Tätigkeiten, welche an konkreten Bezugsobjekten (vgl. Kapitel 4.2.3) vollzogen werden sollen. Diese Aufgabenstellungen können durch eine Zuordnung von objektbezogenen Anforderungen genauer spezifiziert werden.

Mit dieser Aufteilung in die verschiedenen Elemente bzw. Teilsysteme wird eine Differenzierung zwischen System- bzw. Qualitätszielen und Vorgehenszielen unterstützt: Arbeitspakete beschreiben „WAS“ zur Erreichung eines Zielzustandes („WIESO“) unter Berücksichtigung entsprechender Anforderungen („WIE“) gemacht werden soll.

4.3.3.1 Aufbau des Ziel- und Aufgabenmodells

Zu Beginn des Projektes sind auf Bauherrenseite meist nur sehr allgemein formulierte Zielsetzungen vorhanden. Einen wichtigen Punkt bei der Zielplanung stellt daher die Überführung dieser meist noch sehr unscharf formulierten Zielsetzungen und Wünsche des Kunden bzw. Bauherrn in konkrete quantifizierte Gebäudeanforderungen und Planungsaufgaben durch die Planer dar. Umgekehrt muss, wie in Abbildung 4.3-4 dargestellt, während des Planungsprozesses zudem eine Rückkopplung bzw. Hinterfragung der abgeleiteten detaillierten Anforderungen in Hinblick auf die übergeordneten Kundenziele erfolgen. Durch eine explizite Abbildung der Überführungsrelationen kann dieser Konkretisierungsprozess entsprechend dokumentiert und nachvollzogen werden.

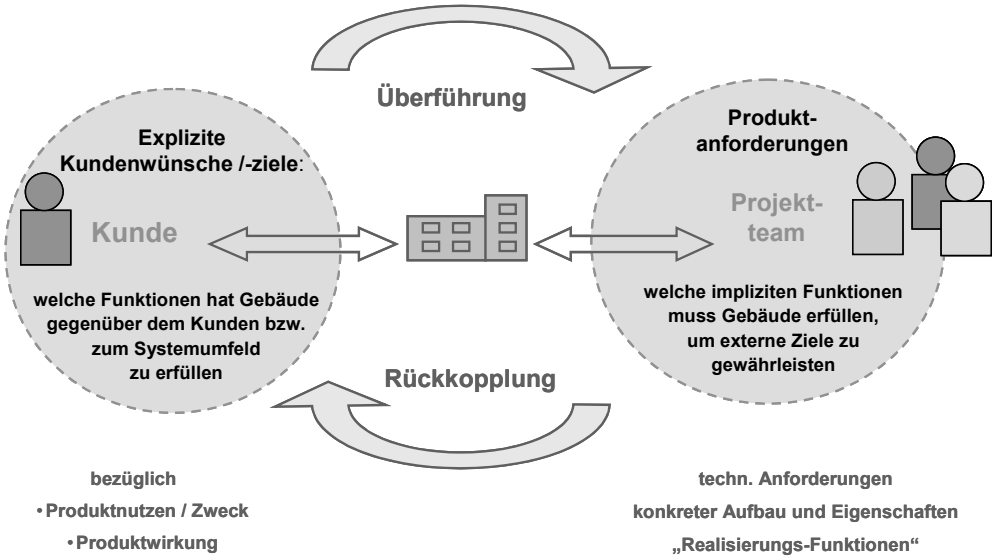


Abbildung 4.3-4:Überführung der Kundenwünsche in konkrete Anforderungen

Anhand des im weiteren beschriebenen Ziel- und Aufgabensystems mit verschiedenen Teilsystemen und Abstraktionsniveaus kann eine solche Überführung von abstrakten Zielformulierungen früher Projektphasen (allgemeine strategische Ziele des Auftraggebers) über taktische Teilziele in operative Planungsinhalte, Aufgaben und Anforderungen abgebildet und unterstützt werden [vgl. Both03]. Dabei ist es Aufgabe der Planer, die formalen Zielsetzungen mit Hilfe des Bauherrn und eventuell der späteren Nutzer in konkrete Sachziele mit direktem Gebäudebezug zu überführen. Der Prozess der Zielplanung mit der genannten Überführung der Teilsysteme bzw. Zielebenen geht mit einer Konkretisierung und Anpassung der Zielsetzungen und Anforderungen z.B. im Sinne einer Mittel-Zweck-Beziehung einher. Abbildung 4.3-5 beschreibt die Zuordnung und Ableitung der verschiedenen Zielklassen bzw. Ebenen.

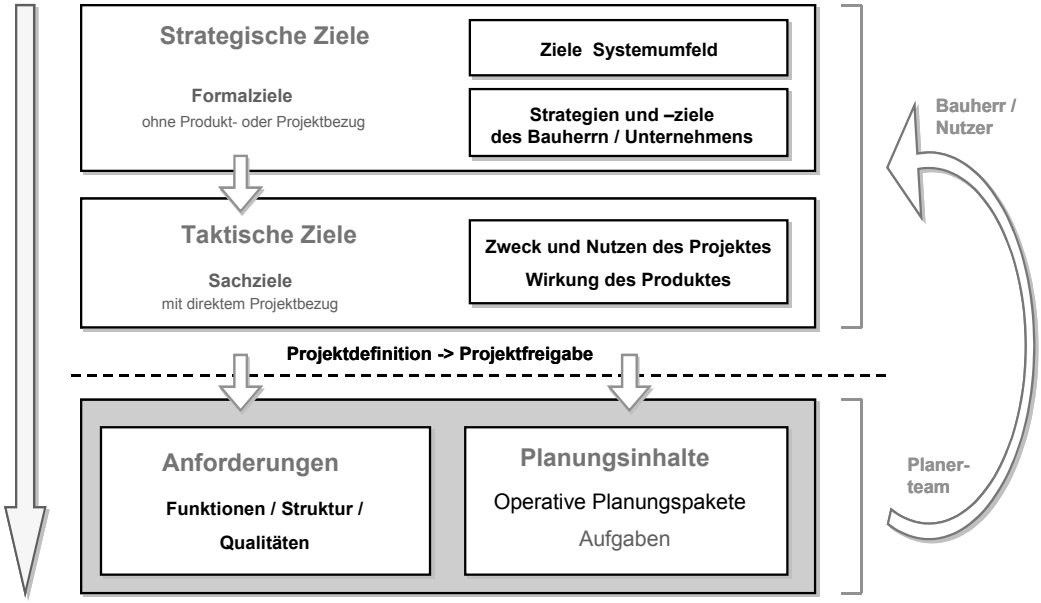


Abbildung 4.3-5: Ebenen des Zielsystems

Durch die Überführung allgemeiner Formalziele in konkrete Sachziele wird ein direkter Objektbezug und die Spezifizierung von Anforderung zur Beschreibung konkreter Soll-Eigenschaften dieser Bezugsobjekte möglich. Eine phasenbezogene Strukturierung und Anpassung des Zielsystems und die Ableitung von Aufgaben ermöglicht die Erfassung der hohen Projektdynamik und die Einbindung von bereits vorliegendem Lösungswissen. Eine Abbildung der Überführungsrelationen ermöglicht im Prozess der Zielanpassung eine Rückkopplung zwischen konkreten Planungsinhalten und Anforderungen mit den übergeordneten Zielsetzungen (vgl. auch Abbildung 4.3-5). Die einzelnen Elementklassen können zudem auch eine interne Struktur aufweisen. Hierunter fällt z.B. eine Verwaltung der Anpassung und Wert-Konkretisierung von Anforderungen.

Das Ziel- und Anforderungssystem dient bei der Anwendung im konkreten Projekt zur Abbildung einer Art Projektpflichtenheft [vgl. VDI/VDE 3694]. Das hier beschriebene Modellschema wird dabei projektspezifisch instanziiert. Um die recht unterschiedlichen Inhalte des Ziel- und Anforderungssystems handhaben zu können, wird neben der beschriebenen Abbildung der Ü-

berführungs- und Bestandsrelationen auch eine thematische Strukturierung notwendig, um die Wechselwirkungen inhaltlich verwandter Zielsetzungen berücksichtigen und verwalten zu können. So werden durch eine strukturierte Verwaltung der Zielsetzungen inhaltliche Konflikte aufgedeckt und transparent gemacht. Die hier angewandte inhaltliche Strukturierung nimmt Bezug zu den in Kapitel 4.2 beschriebenen Klassifizierungsprinzipien: Anhand einer inhaltliche Klassifikation wird die Einordnung der Ziele und Anforderungen in den jeweiligen thematischen Problemkontext erreicht. Die Matrix der Abbildung 4.3-6 verdeutlicht die verschiedenen in diesem Konzept zum tragen kommenden Strukturierungsprinzipien:

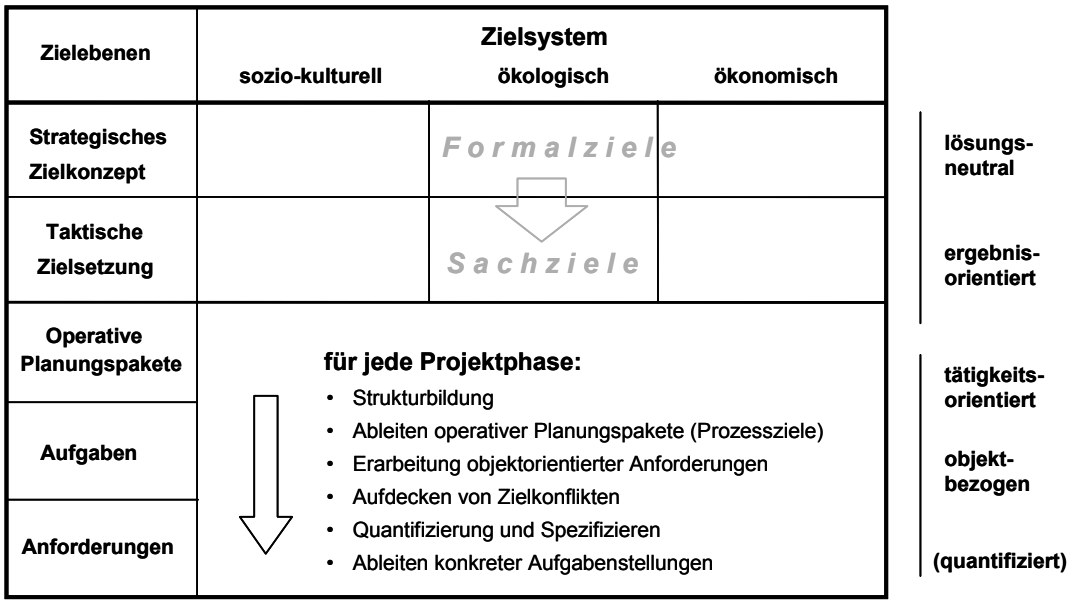


Abbildung 4.3-6: Zielsystem mit verschiedenen Ebenen und Zielbereichen

Da diese inhaltliche Synchronisation eine wichtige Grundlage des Zielkonfliktmanagements darstellt, wird nach erfolgter Erläuterung der Teilsysteme in Abschnitt 4.3.3.4 detailliert auf die erarbeiteten Synchronisationskonzepte eingegangen. Zuvor werden die verschiedenen Teilsysteme des Ziel- und Aufgabenmodells (Ziele, Anforderungen und Planungsinhalte) beschrieben. Hierbei werden sowohl die verschiedenen Elemente spezifiziert als auch deren Vernetzung als Grundlage der Strukturbildung dargestellt.

4.3.3.2 Das Teilsystem der Projektziele

Jedes Objekt steht in enger Wechselwirkung mit seinem Umfeld. Die Soll-Eigenschaften des Planungsobjektes leiten sich dabei aus den Bedürfnissen der übergeordneten Systeme an das Objekt („Was leistet das Objekt für sein Umfeld?“) direkt ab. Grundlage der Ermittlung des Planungsbedarfs besteht somit zunächst darin, die relevanten Systeme des Objekt- und Projektumfeldes zu identifizieren und zu analysieren. Ziele dienen dabei zur Abbildung der Wünsche und Strategien des übergeordneten Systems (Bauherr, Gesellschaft etc.) und schaffen so

Transparenz hinsichtlich des jeweiligen Wertesystems der betroffenen Gruppen bzw. Umgebungssysteme. Sie beschreiben zudem gemeinsam vereinbarte, ergebnisorientierte Sollzustände, welche den Sinn und Zweck des Projektes sowie den Nutzen und die Wirkung des zu planenden Objektes auf die jeweiligen Umgebungssysteme auf allgemeiner Ebene beschreiben. Die vollständige Beschreibung von Zielen ergibt sich dabei aus der Zusammenführung von:

- **Formalziele**, die allgemeingültige Ziele darstellen, welche sich ohne konkreten Objektbezug (z.B. „größere Kundenzufriedenheit“, „besseres Arbeitsklima“) auf Bezugsobjekte des übergeordneten Systems (Bauherr, Gesellschaft, Nutzerkreis) beziehen. Sie dienen somit zur Abbildung deren Zielsetzungen und Wertvorstellungen und schaffen so die Schnittstelle zum Systemumfeld.
- **Sachziele** sind als direkt projektbezogene Ziele konkret auf den Planungsgegenstand und das Projekt bezogen. Sie beschreiben die Wirkung des Objektes und den Zweck des Projektes.

Aufgabe der Planer ist es, die formalen Zielsetzungen in Zusammenarbeit mit dem Kunden bzw. Bauherrn in konkrete Sachziele mit direktem Gebäudebezug zu überführen. Zur Abbildung dieses Prozesses wurden zwei Zielebenen, eine strategische und eine taktische, spezifiziert:

4.3.3.2.1 Strategische Ziele

Mit der strategischen Zielebene werden die allgemeinen Zielsetzungen der relevanten Beteiligten und betroffenen Gruppen auf übergeordneter Ebene beschrieben. Dabei werden unter anderem die strategischen Zielsetzungen des Kunden bzw. dessen Unternehmensstrategien erfasst. Zudem können die für das Projekt relevanten normativen Rahmenbedingungen, übergeordnete Vorstellungen der Nutzer oder allgemeine projektrelevante gesellschaftliche Zielsetzungen erfasst, bewertet und den Planern transparent gemacht werden.

Definition: **Strategische Ziele** dienen zur Beschreibung der übergeordneten Zielsetzungen und Wertesysteme der relevanten Beteiligten des Systemumfeldes und spezifizieren den Zweck und Nutzen des Produktes auf übergeordneter Ebene.

Strategische Ziele weisen somit noch keinen direkten Projektbezug auf. Sie dienen vielmehr einer projektneutralen Darstellung der Rahmenbedingungen. Die Verwaltung dieser Zielebene ist notwendig, da nur so die neutrale Beschreibung des Wertesystems der Beteiligten und des Umfeldes möglich wird. Dies ist besonders wichtig, da die Bewertung von Planungsergebnissen – besonders wenn es sich um z.B. gestalterische Aspekte handelt – nicht immer objektiv erfolgen kann sondern meist nur in Hinblick auf dieses subjektive Wertesystem des Kunden.

Strategische Ziele beschreiben die Soll-Zustände des übergeordneten Systems bzw. der Umgebungssysteme, wie Nutzer, Bauherr, Gesellschaft. Aus systemtechnischer Sicht entspricht die Spezifizierung der strategischen Ziele also einer Identifikation und Analyse der projektrelevanten Umgebungssysteme. Die folgende Abbildung verdeutlicht diese Zusammenhänge:

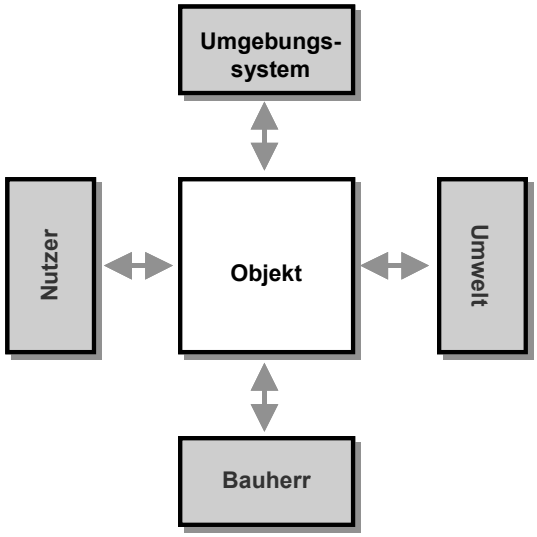


Abbildung 4.3-7: Bezugssysteme der strategischen Ziele

Die Systemzustände stellen die internen Merkmale bzw. deren Ausprägungen dar, welche die Verfassung der Umgebungssysteme selbst beschreiben, ohne auf dessen Schnittstelle zum Planungsgegenstand (Input/Output zum Objektsystem) einzugehen. Bezugsobjekt ist also nicht das Planungsobjekt sondern Objekte des übergeordneten Systemumfeldes. Ein Beispiel hierfür ist z.B. das strategische Ziel „eine hohe Mitarbeiterzufriedenheit“, welches einen Soll-Zustand des Umgebungssystems der Gebäudenutzer beschreibt. Neben der Spezifikation statischer Soll-Zustände können auch Zustandsänderungen beschrieben werden, wie z.B. Unternehmensstrategien der Organisation des Bauherrn. Diese beschreiben Funktionen, welche im Umgebungssystem ausgeführt bzw. erfüllt werden sollen. In diesem Rahmen kann z.B. eine Ermittlung der Nutzungsfunktionen stattfinden, also derjenigen Funktionen, welche der Nutzer (des Objektes) zur Erfüllung wiederum seiner Leistung in seinem System ausführen möchte.

Bei der Erarbeitung der strategischen Ziele werden die Umgebungssysteme als eine Art „Black-Box“ betrachtet. Das heißt, dass über den konkreten Aufbau und die Struktur dieser Umgebungssysteme keine Aussage getroffen werden muss bzw. diese nicht in Teilsysteme zerlegt werden müssen. Beschrieben werden also die Zustände und die Funktionen des Gesamtsystems auf übergeordneter Ebene. Aus diesen strategischen Zielebene kann in der folgenden Zielebene der eigentliche Bedarf gegenüber dem Planungsgegenstand abgeleitet werden.

4.3.3.2.2 Taktische Ziele

Systemtechnisch betrachtet geht es auf Ebene der taktischen Ziele nach erfolgter Analyse der Umgebungssysteme (strategischen Ziele) um die Analyse ihrer Schnittstellen zum System des Planungsgegenstandes bzw. des Projektes. Über diese Wechselwirkungen bei der Kopplung der Systeme kann der anzustrebende Zweck und Nutzen des Planungsgegenstandes gegenüber den Umgebungssystemen festgeschrieben werden. Über die Festlegung der taktischen Ziele kann so geklärt werden, welchen Input die Umgebungssysteme in Hinblick auf das Produkt benötigen bzw. fordern, damit diese wiederum selbst funktionieren können.

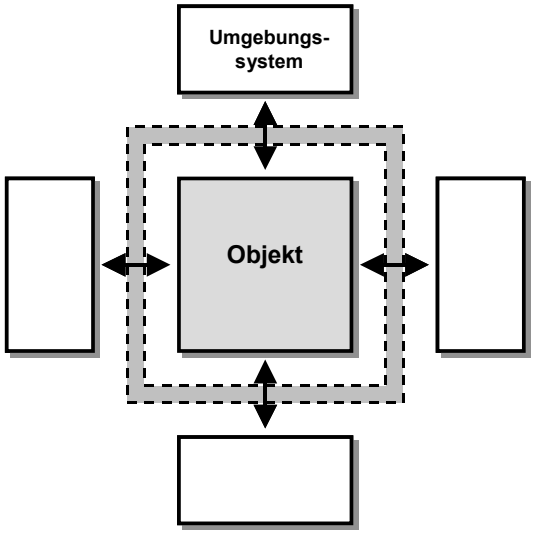


Abbildung 4.3-8: Analyse der Systemschnittstellen

Der „konkrete Nutzen“ des Objektes sollte den Planern während des Planungsfortschrittes ständig aufgezeigt werden, damit sich Planungsaufgaben nicht verselbstständigen und eine Beurteilung der Planungsergebnisse auch stets in Hinblick auf diese übergeordneten Zielsetzungen erfolgen kann. Eine lösungsneutrale Formulierung der taktischen Ziele bildet hier die Grundlage zur wirksamen Anwendung heuristischer Planungsverfahren [vgl. AgBa92].

Definition: **Taktische Ziele** stellen als Formalziele Aussagen darüber dar, was mit einer zu gestaltenden Lösung erreicht werden, bzw. vermieden werden soll. Sie definieren so den Zweck oder Nutzen eines Objektes oder Systems für die Umgebungssysteme.

Bezugnehmend auf den Funktionsbegriff der Systemtechnik ergibt sich der Nutzen des Planungsgegenstandes unter anderem aus der Ermöglichung bestimmter Funktionen im Umgebungssystem (vgl. Input-Output-Transformation). Hier ist zu untersuchen, welche Systemgrößen (vgl. Abschnitt 4.2.3.1.1) oder welche Objekte den Funktionsträgern des Umgebungssystems vom Produktsystem zuzuführen sind und welche als Output vom Produktsystem wiederum aufgenommen bzw. abgeführt werden sollen. Ein Taktisches Ziel für ein zu planendes gewerblich genutztes Gebäude wäre z.B. „Vermittlung eines modernen und freundlichen Firmenimages an die Kunden“. Hiermit wird noch keine Aussage darüber gemacht, wie dies erreicht werden soll bzw. wie das Gebäude hierzu aussehen soll, es wird lediglich die Außenwirkung beschrieben. Flussgröße dieses Zielbeispiels wäre die Systemgröße Information, die an das Umgebungssystem des Kunden übermittelt werden soll. Bei dem in den taktischen Zielen beschriebenen Output kann es sich allerdings auch um komplexere Objekte handeln, die im System des zu planenden Produktes transformiert werden, und die wiederum aus den genannten Systemgrößen aufgebaut sind.

Die Erarbeitung der Wechselwirkungen mit den Umgebungssystemen basiert auf einer Analyse der unterschiedlichen Lebenszyklusphasen des Produktes, so dass ein phasenbezogenes dynamisches Zielsystem entsteht, welches den veränderlichen Bedarf an das Produkt über des-

sen gesamten Lebenszyklus abbildet. Zur Bewerkstellung einer nachhaltigen Planung [Kohl03] treten dabei Aspekte wie „schonender Umgang mit Ressourcen“ oder „geringer Flächenverbrauch“ immer mehr in den Mittelpunkt. Bei der Formulierung des Objektnutzens sollten zudem Punkte wie Flexibilität, Anpassbarkeit und Variabilität berücksichtigt werden, da aufgrund der langen Lebenszyklen von baulichen Objekten der zukünftige Nutzungsbedarf nur sehr wage abgeschätzt werden kann. Diese systembezogene Lebenszyklusanalyse stellt einen wichtigen Schritt im Rahmen der Zielplanung dar. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher ein entsprechendes methodisches Konzept zur Durchführung dieser Analyse bei der Zielerarbeitung entwickelt (vgl. Kapitel 4.3.4.2).

Auf der Ebene der Ziele wird das System „Objekt“ als eine Art „black box“ betrachtet und nur die Schnittstelle zwischen dem Objekt und seiner Umgebung analysiert. Dies ermöglicht die Handhabung der anfänglichen Unschärfe im Projekt. So gelingt es, den Bedarf an das Planungsobjekt in der strategischen Planung des Projektes (vgl. Abschnitt 4.1.4.2) über die beiden beschriebenen Zielebenen zu spezifizieren, ohne dessen Aufbau und Wirkungsweise unter Vorwegnahme folgender Planungsleistungen verfrüht festschreiben zu müssen. Die Erarbeitung der Objekt-Funktionen und hieraus abgeleitet konkreter Konstruktionsprinzipien stellt den Inhalt der folgenden Objektplanung dar.

Taktische Managementziele des Projektes

Mit der Festlegung der Ziele bezüglich des Planungsobjektes ist nun geklärt, was geplant werden soll bzw. was dieses zu planende Objekt leisten soll. Damit ist allerdings noch keine Aussage über den konkreten Zweck und Nutzen des zur Objektplanung zu initiierenden Projektes getroffen. Bevor es also zur Projektdefinition und schließlich zur Projektbildung kommen kann, muss der Zweck und Nutzen geklärt werden, welchen das Projekt selbst gegenüber seinen Umgebungssystemen zu erfüllen hat.

Der primäre Zweck bzw. die Soll-Funktion eines Planungsprojektes ist die Erstellung einer Planung für ein entsprechendes Planungsobjekt. Die dokumentierte Objektplanung stellt so den übergeordneten Output eines Planungs- und Entwicklungsprojektes dar. Zur Erarbeitung der taktischen Projektziele ist hier, wie Abbildung 4.3-9 zeigt, eine Analyse der Schnittstellen zu den Umgebungssystemen notwendig, um die vorhandenen Erwartungen (Input/Output) an das Projekt abzuklären. Wie auch in der genannten Abbildung ersichtlich, nehmen die taktischen Ziele des Projektes dabei stets Bezug auf den Planungsgegenstand, da das Projekt in einer Art „Mittel-Zweck-Beziehung“ zu diesem steht. Im Rahmen einer Umfeldanalyse ist unter anderem zu klären, was das Projekt zur gewünschten Transformation (hier Planung) des Objektes beitragen soll und was soll es dabei gegenüber seinen sonstigen Umgebungssystemen, wie Bauherr, Nutzer oder auch der Gesellschaft leisten soll. Von grundlegender Bedeutung ist zudem auch die Frage nach dem zur Ausübung der Funktion „Objekt planen“ benötigten Input an Ressourcen.

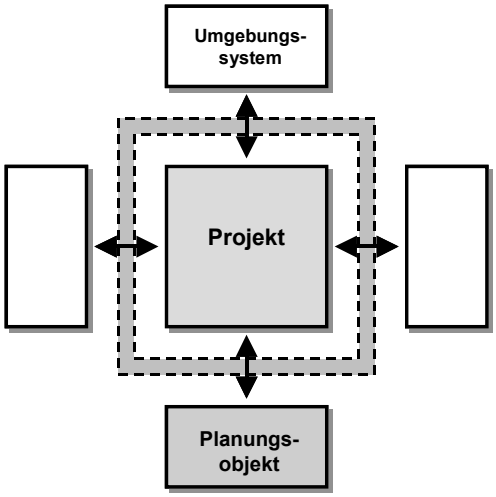


Abbildung 4.3-9: Analyse der Systemschnittstelle des Projektsystems

4.3.3.2.3 Spezifikation der Zielwerte

Anhand der Zuordnung der Zielart und des Bezugssystems wird eine Einordnung in den inhaltlichen Kontext des Projektes ermöglicht. Über die Festlegung der einzelnen Zielwerte ist hiermit allerdings noch nichts ausgesagt. Zielwerte spezifizieren, wie beschrieben, Ausprägungen von Attributen bzw. Merkmalen bestimmter Bezugssysteme bzw. Bezugsobjekte. Diese Attribute können als interne Qualitätsmerkmale konkrete Zustände oder Qualitäten beschreiben oder Attribute, welche sich auf die Flussgrößen der Systemschnittstellen beziehen (Input- und Output-Attribute). Sie sind daher aus den Systemgrundgrößen Energie, Materie, Information und Finanzen abzuleiten (vgl. Erläuterungen in Abschnitt 4.2.3.1.1).

Der eigentliche Zielwert ergibt sich dabei allerdings nicht alleine durch Nennung des Merkmals. Neben der Nennung der Eigenschaft ist zudem die anzustrebende Soll-Ausprägung, also der zu erreichende Zielwert zu verwalten. (Beispiel: Merkmal= Baukosten; Ausprägung = 500.000 €). Dies kann bei abstrakten Zielen zum einen qualitativ durch textuelle Beschreibung erfolgen. Zum anderen können konkrete quantifizierte Soll-Wertausprägungen spezifiziert werden. Wie in Abschnitt 4.3.3.3.3 genauer beschrieben, kann zudem die Art der Ausprägungsforderung sowie die Optimierungsrichtung und der Zielkorridor festgelegt werden.

Einige komplexe übergeordnete Systemeigenschaften lassen sich allerdings nicht direkt mit diesen feststehenden Größen beschreiben. Dies ist z.B. oft bei sozialen Aspekten der Fall. Beispiel sind z.B. eine „hohe Nutzerheterogenität“ oder die bereits genannte „hohe Mitarbeiterzufriedenheit“. Hier gibt es keine direkte Größe oder Einheit, welche diese Eigenschaften repräsentieren, da sie eine Art „Komplexziel“ [vgl. Dörn98] darstellen. Hier wird die Festlegung eines Indikators notwendig, anhand dessen die Zielerreichung stellvertretend gemessen werden kann. Im Falle unseres Beispiels der Mitarbeiterzufriedenheit könnte man dies z.B. an der Mitarbeiterfluktuation festmachen.

Definition: **Indikatoren** werden in dieser Arbeit definiert als stellvertretende Merkmale zur Beschreibung komplexer Zusammenhänge, welche sich im Sinne einer Merkmalskomplementarität (vgl. Abschnitt 4.3.3.5.2) in einem sehr engem gleichgerichteten Abhängigkeitsverhältnis stehen. Diese Relationen basieren dabei zumeist auf Erfahrungswerten.

Indikatoren kann man messen, über sie lässt sich allerdings nicht die Objekteigenschaft regulieren. Sie sind also reine Bewertungskriterien. Um die Objekteigenschaft im Rahmen der Planung steuern bzw. regelnn zu können, müssen Komplexmerkmale im Verlauf des Zielplanungsprozesses in einzelne Anforderungen überführt werden, deren Merkmale quantifizierbar sind. Bezugnehmend auf das kybernetische Regelkreismodell (vgl. Abschnitt 2.2 sowie [Sayn97, Ropo95]) können diese zudem im Planungsprozess als konstruktive „Regelgrößen“ genutzt werden. Dies erfolgt durch die Bereitstellung des im weiteren erläuterten Anforderungssystem, in welchem die konkreten planerischen „Stellgrößen“ des Systems festgeschrieben werden können.

4.3.3.3 Das Teilsystem der Anforderungen

Beziehen sich Ziele auf das System als Ganzes und spezifizieren die gewünschten Eigenschaften auf übergeordneter Ebene indirekt über den Zweck und Nutzen, so definieren die hieraus abgeleiteten Anforderungen auf einem detaillierteren Niveau die konkreten Soll-Eigenschaften eines Bezugsobjektes oder seiner Komponenten (vgl. Objektstruktur in Kapitel 4.2.3). Sie beschreiben lösungsneutral die Eigenschaften, den Aufbau und die Funktionsweise dieses Bezugsobjektes und existieren somit auch nur in Bezug auf dieses spezifische Objekt.

Definition: **Anforderungen** beschreiben lösungsneutral konkrete Soll-Eigenschaften (Aufbau und Funktionsweise) und spezifizieren Merkmalsausprägungen eines konkreten Bezugsobjektes bzw. des projektrelevanten Sachsystems.

Die Erarbeitung und Detaillierung von Anforderungen an das Objektsystem stellt einen kooperativen Prozess dar, welcher entsprechend dem Konkretisierungsgrad der Planung und des Beschreibungsgrades des Planungsgegenstandes den gesamten Projektverlauf begleitet (vgl. auch Konkretisierung der Bezugsobjekte in Kapitel 4.2.3.1).

Neben der Erarbeitung von Soll-Eigenschaften des Planungsgegenstandes, die als verbindliche Parameter der Objektplanung herangezogen werden, kann durch die Festlegung von Anforderungen an das Projekt selbst eine Qualitätssicherung im Hinblick auf das Projektmanagement erreicht werden. Auf diese beiden unterschiedlichen Bereiche der Anforderungsmodellierung (Objekt- und Projektanforderungen) wird in den folgenden zwei Abschnitten eingegangen.

4.3.3.3.1 Anforderungen an das Objektsystem

Nach erfolgter Spezifikation der identifizierten Umgebungssysteme des Produktes und der Ableitung entsprechender Wechselwirkungen zum Produkt auf Ebene der Produktziele wird auf

Ebene der Anforderungen erarbeitet, was das Produkt zur „Bedienung“ dieser definierten Schnittstellen leisten muss und wie es zur Erfüllung dieser Funktionen beschaffen sein soll.

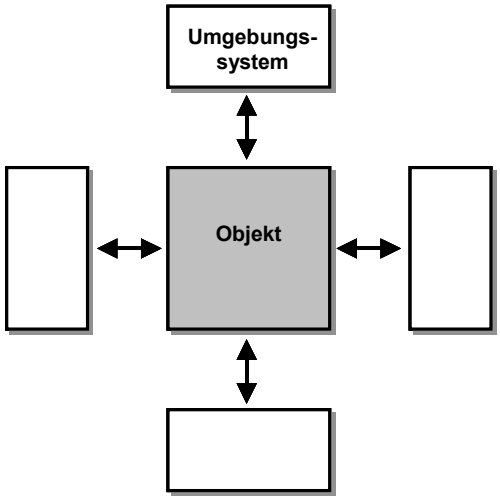


Abbildung 4.3-10: Analyse des Objektsystems

Zur Unterstützung eines ganzheitlichen Planungsansatzes beziehen sich die Objektanforderungen zunächst auf das Objektsystem als Ganzes. Erst im Rahmen der planungsbegleitenden Erarbeitung und Detaillierung der objektbezogenen Teilsysteme, also nach Klärung des Objektaufbaus und seiner detaillierten Funktionsweise, werden die entwickelten Teilsysteme wiederum mit Anforderungen beschrieben, die als Grundlage der folgenden Planungsphase dienen. Diese Anforderungskonkretisierung und objektbezogene Überführung wird in Abschnitt 4.3.4.4.1 detailliert beschrieben. Um diese Konkretisierung abbilden zu können, werden Anforderungen im hier erarbeiteten Konzept in Leistungsmerkmale und Qualitätsmerkmale untergliedert.

Leistungsmerkmale betrachten das Objektsystem als „black-box“ und erlauben die Systembeschreibung auf rein funktionaler Ebene. Über sie kann die „Performance“ des Gebäudes erfasst werden. Diese Leistungsmerkmale untergliedern sich in folgende Funktionsklassen:

- Input-Output-Transformation
- Input-Zustands-Transformationen
- Zustands-Output-Transformationen

In Kapitel 4.2.3.2.1 wird auf diese Funktionstypen und ihre systemtechnische Herleitung detailliert eingegangen. Über die Erarbeitung von Funktionen der Klasse Input-Zustands-Transformation (Was muss dem System zur Erreichung welcher Zustände zugeführt werden?) können in einem weiteren Schritt konkrete objektbezogene Zustandsattribute spezifiziert werden und hierauf aufbauend definierte Qualitätsmerkmale festgeschrieben werden.

Qualitätsmerkmale beschreiben Zustandsattribute des Systems und seiner Objekte und beziehen sich auf die Systemgrößen Energie, Materie, Finanzen und Information (vgl. Abschnitt 4.2.3.1.1). Ein Beispiel ist die Herstellung definierter Raumtemperaturen (Zustand) unter Zuführung einer definierten Menge eines Energieträgers.

Die planerische Konkretisierung des Planungsgegenstandes im Projektverlauf führt zu einer immer detaillierter werdenden Beschreibung des Objektes. Durch die im Rahmen des Planungsprozesses fortschreitende Erarbeitung der konkreten Objektstruktur werden entsprechende Komponenten und schließlich konkrete Bauelemente entwickelt, deren Soll-Eigenschaften über Anforderungen festgeschrieben werden können. Zur planungsbegleitenden Qualitätssicherung werden die Anforderungen an die verschiedenen Detaillierungsebenen dieser Objektstrukturen angepasst. Auf diese Weise kann eine am jeweiligen Konkretisierungsgrad der Planung ausgerichtete Spezifizierung von Anforderungen erreicht werden. Auf das System der Bezugsobjekte und dessen planungsbegleitende Detaillierung wird in Kapitel 4.2.3 eingegangen.

Das Bezugsobjekt stellt den konkreten Merkmals- und Funktionsträger dar. Die Bezugsobjekte, d.h. die Teilsysteme des Objektsystems befinden sich wiederum in einem topologischen Zusammenhang. Die Dimension „Raum“ der funktionsorientierten Systembeschreibung lässt sich über die alleinige Zuordnung zu diesen Merkmalsträgern (Bezugsobjekte, wie Wand oder Decke) allerdings nicht erfassen. Es wird daher eine weitere Ebene der Objektbeschreibung bereitgestellt, welche den Wirkungsbereich der Merkmalsausprägung bzw. den Ausprägungsort beschreibt. Abbildung 4.3-11 erläutert diese Zusammenhänge. Diese räumliche Beschreibungsebene mit Funktionsbereichen des Gebäudes und konkreten Räumen wird aus den bei der strategischen Zielplanung spezifizierten übergeordneten Nutzungsfunktionen abgeleitet und ergänzt die komponentenbezogene Objektbeschreibung. Diese räumliche Objektbeschreibung erlaubt die Zuordnung bzw. Eingrenzung von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen auf bestimmte räumliche Bereiche. In den Kapiteln 4.3.3.5.1 wird detailliert auf diese parallele Objektstrukturierung eingegangen.

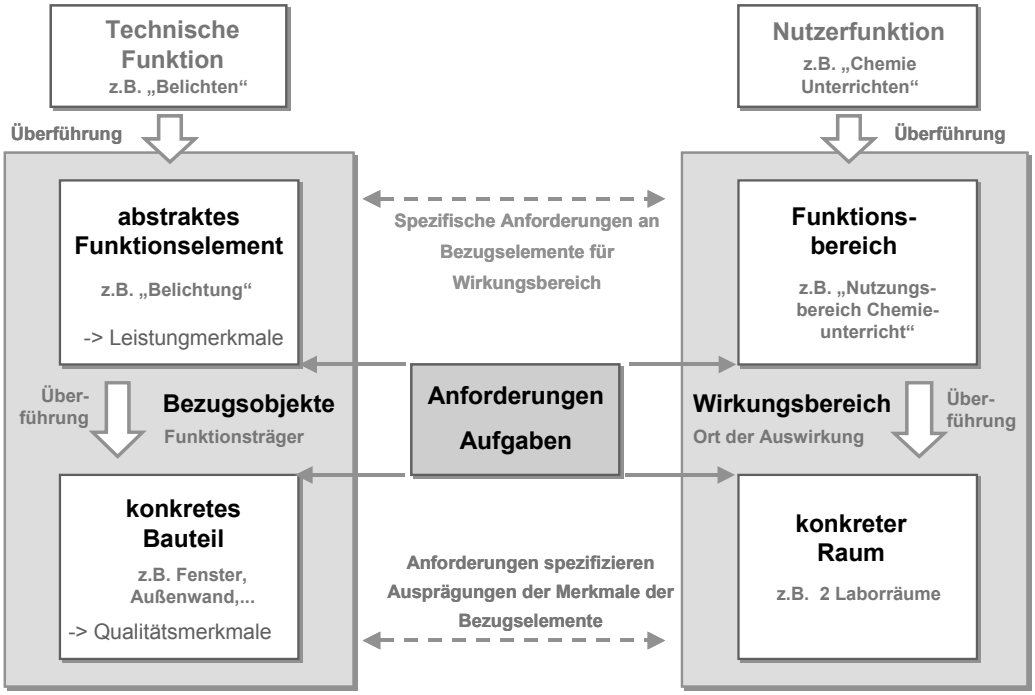


Abbildung 4.3-11: Raum- und komponentenbezogene Zuordnung von Anforderungen

Anforderungen beschreiben den zu erreichenden Aufbau und die Wirkungsweise des Objektes, wobei zur Gewährleistung einer nachhaltigen Planung der gesamte Lebenszyklus des Produktes berücksichtigt werden sollte. Eine hierauf aufbauende Spezifizierung definierter lebendzyklusbezogener Objekt-Sollzustände (Anforderungen als Zustandsattribute) kann zudem als Grundlage eines Alterungsmodells die Erkennung vorhandener Obsoleszenzen dienen, wenn man Obsoleszenz als Zustandsdefizit betrachtet. Zudem sollte eine Berücksichtigung möglicher zukünftiger Nutzungsänderungen und der damit einhergehenden Anpassung der Objektanforderungen erleichtert werden. Die spezifischen Objektanforderungen sind daher so zu formulieren, dass neben der möglichst optimalen Ausrichtung des Objektes auf den aktuellen Nutzen durch Aspekte wie Flexibilität und Variabilität eine möglichst gute Anpassbarkeit des Objektes erreicht wird.

4.3.3.3.2 Ableiten von Projektanforderungen

Neben der erläuterten Spezifizierung von Anforderungen an das Gebäude wird auch die Festlegung von Managementanforderungen an das Projekt selbst unterstützt. Mit der Festlegung der Ziele und Anforderungen an das Planungsobjekt wird geklärt, was geplant werden soll bzw. wie das Objekt beschaffen sein soll. Damit ist allerdings noch keine Aussage über den konkreten Aufbau und die Struktur des Projektes sowie über die Art und Weise der Projektdurchführung getroffen. Bevor es also zur eigentlichen Projektbildung kommen kann, müssen die zu erwartenden Funktionen, Eigenschaften und Rahmenbedingungen für das Projekt geklärt werden.

Die Taktischen Projektziele beschreiben hierzu, wie erläutert, den allgemeinen Zweck und Nutzen des zu dieser Produktplanung zu initiierenden Projektes auf übergeordneter Ebene. Sie geben Auskunft über das erwartete Resultat des Projektes ohne dessen konkreten Aufbau und Funktionsweise zu beschreiben. Diese Spezifikation der Soll-Werte für den Aufbau des Projektes und die Art und Weise der Projektdurchführung bzw. des Projektmanagement geschieht auf Ebene der Projektanforderungen. Die Erarbeitung des konkreten Aufbaus und der Struktur des Projektes ist Aufgabe der Projektplanung. Die Projektanforderungen stellen dabei die Rahmenbedingungen für die Projektplanung und -durchführung dar und dienen somit unter anderem als Grundlage für die konkrete Aufgaben- und Terminplanung eines zu initiierenden Projektes. Dabei finden folgende Bereiche Berücksichtigung:

- Funktionale Beschreibung der Projektleistungen
- Anforderungen an die Qualität der Lösungsdokumentation und zu Projektstandards
- Vorgaben zum Projektaufbau und die Managementstrategie

Funktionale Leistungsmerkmale des Gesamtprojektes

In Analogie zum Objektsystem kann auch beim Projekt eine abstrakte funktionale Ebene eingeführt werden, um sich nicht verfrüht auf einen konkreten Projektaufbau festlegen zu müssen. Das Projekt wird so ebenfalls zunächst als „black-box“ betrachtet und nur die vom Projekt zu erbringenden Leistungen auf übergeordneter Ebene spezifiziert. Diese Leistungsmerkmale schreiben fest, welche allgemeinen Funktionen das Projekt zur Generierung des in den takti-

schen Projektzielen beschriebenen Outputs ausführen soll, wie z.B. Planung oder Bau eines bestimmten Objektes.

Der Aufbau und die Funktionsweise des Projektes lassen sich in einem weiteren Schritt im Rahmen der phasenorientierten Projektplanung aus diesen allgemeinen Soll-Funktionen ableiten. Bei der Entwicklung der konkreten Projektkomponenten aus den funktionalen Leistungsmerkmalen im Rahmen der Projektplanung kann folgender allgemeiner Zusammenhang beschrieben werden: Aufgaben beschreiben die Inhalte dieser Projektfunktionen sowohl auf Seiten der eigentliche Objektplanung wie auch für das Projektmanagement. Die Abbildung der eigentlichen Transformationen und deren laufzeitbezogene Koordination erfolgt im System der Prozesse unter Berücksichtigung der Größen von Ressourcen, Kosten und Zeit. Die Projektbeteiligten bzw. die im Projekt eingebundenen organisatorischen Einheiten stellen die Funktionsträger dar. Hierbei werden auf Grundlage dieser gewünschten Soll-Funktionen konkrete Handlungsfelder abgeleitet, die verwandte Planungstätigkeiten bündeln und zur Ausübung ein ähnliches Kompetenzprofil erfordern. Diese können als organisatorische Rollen beschrieben und den Projektmitgliedern als Funktionsträgern zugeordnet werden. Die folgende Abbildung veranschaulicht diesen Zusammenhang.

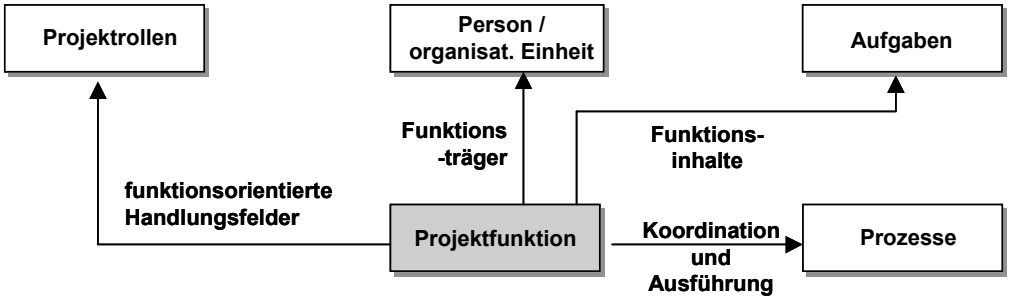


Abbildung 4.3-12: Ableitung konkreter Projektkomponenten aus funktionalen Leistungsmerkmalen

Anforderungen an die Qualität der Planungslösungen

Die Hauptfunktion des Projektes ist, wie genannt, die Erarbeitung und Dokumentation von Planungslösungen. So stellt die „fertige und dokumentierte Objektplanung“ das in den taktischen Projektzielen beschriebene übergeordnete Resultat bzw. den Output eines Planungs- und Entwicklungsprojektes dar. Im Laufe der Projektplanung wird dieses Projektergebnis ähnlich einem Projektstrukturplan weiter detailliert, so dass ein projektbezogenes System von Bezugsobjekten entsteht.

Anmerkung: *Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang anzumerken, das die Hauptfunktion eines Planungsprojektes allerdings nicht die Erzeugung des realen Produktsystems selber ist, sondern die Anfertigung einer Planung für ein Produkt. Das Produkt selber wird dabei virtuell modelliert. Die innerhalb des Projektes real erzeugten Objekte sind also die dokumentierten Planungslösungen.*

In der in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Struktur der projektrelevanten Sachsysteme wird eine Differenzierung zwischen dem Planungsobjekt selber und Planungslösungen, bzw. deren Repräsentation durch Inhaltsobjekte, wie Pläne, Berichte usw. möglich. Abbildung 4.3-13 erläutert diesen Zusammenhang. Ein Vorteil dieser Systematik ist es, dass an diese Inhaltsobjekte selbst wiederum Anforderungen, wie z.B. Art der Informationsrepräsentation, gestellt werden können.

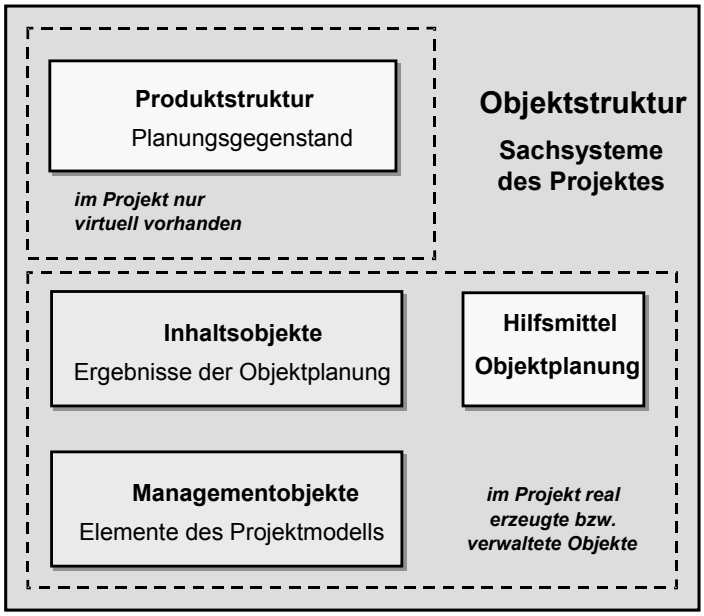


Abbildung 4.3-13: Struktur der projektrelevanten Sachsysteme

Um eine reibungsfreie Kooperation zu ermöglichen ist es wichtig, über Anforderungen an diese zu erzeugenden Inhaltsobjekte gewisse Projektstandards zu spezifizieren. Gerade die Festlegung von zu benutzenden Werkzeugen bzw. Software und die Festlegung bestimmter Austauschformate erwiesen sich bei den im ifib betreuten Anwendungsprojekten [BoSc00] als ein essentieller Punkt. So können z.B. Forderungen hinsichtlich Dateiformat oder der Art der Lösungsdokumentation an die jeweiligen Inhaltsobjekte gestellt werden, wie z.B. die Festlegung standardisierter Planmaßstäbe oder die Layerbelegung bei CAD-Plänen.

Wichtig erscheint zudem bei der Anfordrungsformulierung neben dem direkten Liefer- und Leistungsumfang (also dem eigentlichen Produkt) eine Berücksichtigt von Hilfsmitteln der Objektplanung (OP), wie z.B. Prototypen, Gutachten, Berechnungen. In Kapitel 4.2.3.1 wird auf dieses Thema detailliert eingegangen.

Anforderungen an den Projektaufbau und das Management

Um seine Hauptfunktion der Objektplanung erfüllen zu können und das benötigte Resultat in gewünschter Qualität liefern zu können, muss das Projekt wiederum selbst bestimmte Forderungen erfüllen, die von außen (Umgebungssysteme) an es herangetragen werden und gewisse definierte interne Soll-Zustände annehmen. Dies bedeutet den Aufbau und die Steuerung des Projektes als sozio-technisches System durch Aufnahme und Transformation von Menschen und Sachsystemen, wie Kosten, Ressourcen etc. Im Rahmen der Erarbeitung der Projektanforderungen ist also auch zu klären, welche impliziten internen Funktionen das Projekt zur

Erfüllung seiner Leistung (das in den taktischen Zielen beschriebene Planungs-Output) im Rahmen des Projektmanagements ausüben muss.

Der Aufbau und die Funktionsweise des Projektsystems ergeben sich durch die Anwendung des Projektmodells, welches Strukturen und Regeln zum Aufbau eines Projektes sowie bestimmte Managementstrategien vorgibt. Das Projektmodell stellt somit eine Art Metaebene bezüglich der Projektanforderungen dar. Durch die Abbildung von Projektanforderungen sollen diese Regeln im Planungsprozess transparent gemacht werden. Bezugsobjekte sind dabei die Elemente des Projektmodells selbst (vgl. Kapitel 4.2.2) wie z.B. Teams. So kann z.B. festgeschrieben werden, wie diese Teams generell organisiert werden sollen, welche organisatorischen Rollen es dabei zu besetzen gibt und welche Aufgaben und Verantwortlichkeiten mit diesen verbunden sind.

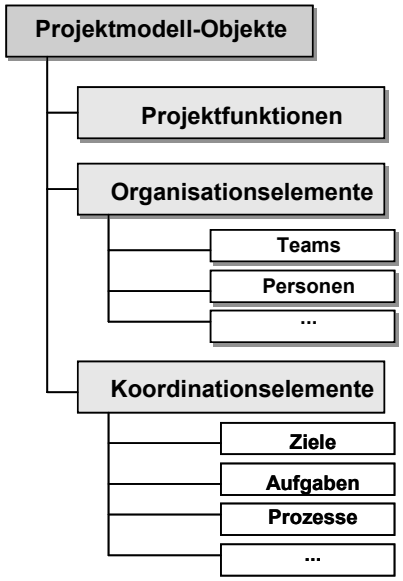


Abbildung 4.3-14: Bezugsobjekte der Projektanforderungen

Mit der Spezifikation dieser Managementanforderungen werden die Rahmenbedingungen und Forderungen zur Handhabung der Projektelementklassen beschrieben. Bezugsobjekt der Anforderungen ist also, wie Abbildung 4.3-14 zeigt, das Projektmodell-Objekt bzw. die generische Instanz an sich, so dass diese Anforderungen für alle Instanzen dieser Objekt-Klasse gelten. Hiermit können generelle Aussagen zur Handhabung getroffen werden, wie z.B. zum Aufbau von Teams, zum Ablauf der Phasen oder zur Erarbeitung eines Meilensteinplans.

Bezugnehmend hierauf werden im Rahmen der Projektplanung die konkreten Instanzen des Projektes ausgeprägt. Aufbauend auf der Erarbeitung der gewünschten Soll-Funktionen als Anforderung an das Gesamtprojekt können bei der Projektinstanziierung die konkreten Projektinhalte und Aufgabenstellungen sowie darauf aufbauend die Prozesse zur Durchführung des Projektes abgeleitet werden. Diese projektspezifisch ausgeprägten Instanzen, z.B. der Meilensteine, stellen die verbindlichen konkreten Sollvorgaben des Managements dar. Die allgemeinen Angaben der Projektanforderungen werden auf die ausgeprägten Instanzen übertragen und dort konkretisiert, so dass Redundanz vermieden werden kann. Um eine Nachvollziehbarkeit

gewährleisten zu können, wird den entsprechenden Projektanforderungen ein Verweis hinzugefügt, dass die bei den abgeleiteten Instanzen (z.B. konkreter Meilenstein) spezifizierten Forderungen, wie z.B. ein konkreter Fertigstellungstermin, verpflichtend sind und anerkannt werden müssen.

Durch diese zwei Beschreibungsebenen (generische Instanz und ausgeprägte Instanz) können sowohl generelle sowie projektspezifische Managementanforderungen berücksichtigt werden. Zudem kann der Vorgang der Projektplanung entsprechend unterstützt werden. So erfolgt zunächst die Spezifikation genereller Anforderungen an die Objektklasse, welche als Grundlage der Projektplanung dient. Im Rahmen der Projektplanung selbst werden dann projektspezifische Instanzen erstellt, welche die objektspezifischen Vorgaben festschreiben, wie z.B. ein konkreter Endtermin für eine Phase.

4.3.3.3.3 Spezifizierung der Sollwerte

Beziehen sich Ziele auf das Objekt oder Systeme als Ganzes, so beschreiben Anforderungen, wie dargelegt, Soll-Eigenschaften von hieraus abgeleiteten Teilsystemen und Komponenten. Die hierzu notwendige Systemstrukturierung bzw. Systembildung ist Aufgabe der Planung und stellt einen Prozess der stetigen Konkretisierung und Detaillierung des Objektsystems über die verschiedenen Planungsphasen dar. Wichtig ist hier die Zerlegung sogenannter Komplexziele in konkrete objektbezogene Qualitäts- oder Leistungsmerkmale. Mit dieser System- und Strukturkonkretisierung geht auch eine Detaillierung hinsichtlich der Beschreibung des Objektmerkmale einher. Anforderungen konkretisieren so die Systemziele, zumeist im Sinne einer generischen Abstraktionsrelation (vgl. Abschnitt 4.1.3.1.1).

Werden Projektziele allgemein und eher qualitativ beschrieben, so findet die Spezifikation der Sollwerte bei Anforderungen sehr detailliert statt. Rein qualitative Beschreibungen sind durch Quantifizierung der Merkmalsausprägungen zu konkretisieren, welche zu den zur Bewertung der Anforderungserfüllung angewandten Validierungsmethoden und Verfahren Bezug nehmen sollten. Im Falle eines *Qualitätsmerkmales* kann der Sollwert zumeist direkt beschrieben werden. Der eigentliche Sollwert ergibt sich dabei allerdings nicht alleine durch Nennung des Merkmals. Neben der Nennung der Eigenschaft ist zudem die anzustrebende Soll-Ausprägung, also der zu erreichende quantitative Wert zu verwalten. (Beispiel: Merkmal= Bau-Kosten; Ausprägung = 50.000 €). Die Soll-Ausprägung beschreibt dabei nicht nur feste punkt- bzw. wertgenaue Forderungen. Es kann sich auch um einen Lösungskorridor oder die Angabe eines Maximalwertes handeln. Daher ist zudem die Art der Ausprägungsforderung festzulegen. Folgende Ausprägungsarten werden in diesem Konzept abgebildet:

- **Punktforderungen** liegen vor, wenn ein genau definierter fester Wert zu erreichen ist.
- **Bereichsforderungen** werden zur Abbildung eines Zielkorridors (von...bis) spezifiziert und legen die Eckwerte des Zielkorridors fest, zwischen denen die Merkmalsausprägung liegen soll.

- **Optimalitätsforderunge**n werden durch Zielwerte sowie eine Optimierungsrichtung beschrieben. Hierüber kann festgeschrieben werden, ob es sich um Mindestwerte oder Maximalwerte handelt.

Im Falle eines Leistungsmerkmales, wie z.B. die „Bereitstellung einer bestimmten Heizleistung“, kann der Zielwert über eine sogenannte **Zielfunktion** spezifiziert werden.

4.3.3.4 Das Teilsystem der Planungsinhalte

Termin- und Kostenüberschreitungen sowie Funktions- und Qualitätsmängel in Projekten haben nach Schelle und Reschke [SRSS94] ihre Ursache sehr oft darin, dass die Komplexität der Projektabwicklung und des Projektinhaltes nicht überblickt und beherrscht wird. Empirische Analysen [Plat94] zeigen als Hauptgrund für solche Zielabweichung vergessene, nicht berücksichtigte oder nicht akzeptierte aber notwendige Arbeitspakete. Die vollständige, zielgerichtete Projektstrukturierung mit der Ermittlung aller relevanten Aufgaben und Arbeitspakete stellt daher die grundlegende Basis jeder Projektplanung dar.

Projektziele beschreiben ergebnisorientiert und lösungsneutral das Resultat und den Nutzen des Projektes. Anforderungen spezifizieren, welche Eigenschaften diese im Rahmen des Projektes zu erstellenden Objekte (Planungsgegenstand) haben sollen. Die genauen Tätigkeiten, welche an den Objekten vorzunehmen sind, können alleine darüber nicht spezifiziert werden. Gerade in Planungsprojekten wird offensichtlich, dass es sich hier nicht ausschließlich um die „Erstellung“ von Objekten handelt, da die Hauptfunktion des Projektes ja die Planung des Objektes ist, nicht dessen physische Erstellung. Eine solche Beschreibung der Tätigkeiten bzw. Transformationen, welche an den Objekten vorgenommen werden sollen, erfolgt über die Spezifikation von Aufgabenstellungen im System der Planungsinhalte.

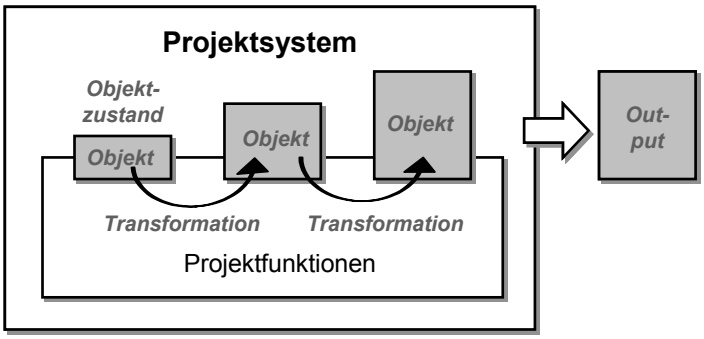


Abbildung 4.3-15: Objekttransformation durch Projektfunktionen

Zur Beschreibung des „Weges“ zur Zielerreichung (das in den taktischen Zielen beschriebene Resultat) werden daher **Planungsinhalte** in Form von Handlungszielen spezifiziert, welche die Vorgehensweise zur Zielerreichung in gewünschter Art und Weise festlegen. Das Modell der Planungsinhalte beschreibt hierbei sowohl ergebnisorientiert die im Projektverlauf zu erreichenden Soll-Zustände dieser projektbezogenen Sachsysteme als auch die hierzu notwendigen Tätigkeiten. Dabei wird die Gesamtaufgabe (Erstellung des Outputs in gewünschtem Zustand)

bezugnehmend auf eine planungsmethodisch orientierte Vorgehensweise in einzelne Teilzustände untergliedert. Abbildung 4.3-15 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Eine phasenbezogene Strukturierung und Anpassung des Zielsystems und die Ableitung der Planungsinhalte und tätigkeitsorientierten Aufgabenstellungen ermöglicht eine Erfassung der hohen Projektdynamik und die Einbindung von bereits vorliegendem Lösungswissen. Die laufzeitbezogene Koordination der Aufgabenbearbeitung erfolgt im Rahmen von Prozessen, welche unter Zuführung von Ressourcen und Informationen die eigentlichen Aktivitäten darstellen und zur laufzeitbezogenen Koordination des Projektes dienen (vgl. Kapitel 1.1).

4.3.3.4.1 Ebenen der Planungsinhalte

Bezugsnehmend auf den zweistufigen Ansatz zum Projekt- und Prozessmanagement (vgl. Kapitel 1.1 sowie 1.1) wird das System der Planungsinhalte ebenfalls auf zwei Ebenen modelliert:

- Auf einer **koordinativen Projektebene** werden durch sogenannte **Operative Planungspakete** (OPP) rein ergebnisbezogen Sollzustände beschrieben, wie z.B. „Die Konzeptplanung für das Gebäude ist fertiggestellt“.
- Auf **tätigkeitsbezogener Aufgabenebene** werden die eigentlichen funktionsorientierten Tätigkeiten zur Transformation konkreter Bezugsobjekte beschrieben. Elemente dieser Ebene sind der teambezogene **Aufgabenkomplex** sowie das daraus abgeleitete **Arbeitspaket**. Auf dieser Ebene findet auch die Zuordnung zu organisatorischen Einheiten (Planungsteams und Personen) statt.

Die Objektklassen dieser beiden Ebenen stehen, wie Abbildung 4.3-16 zeigt in einer hierarchischen Beziehung zueinander. Auf die beiden Ebenen wird im weiteren Abschnitt genauer eingegangen.

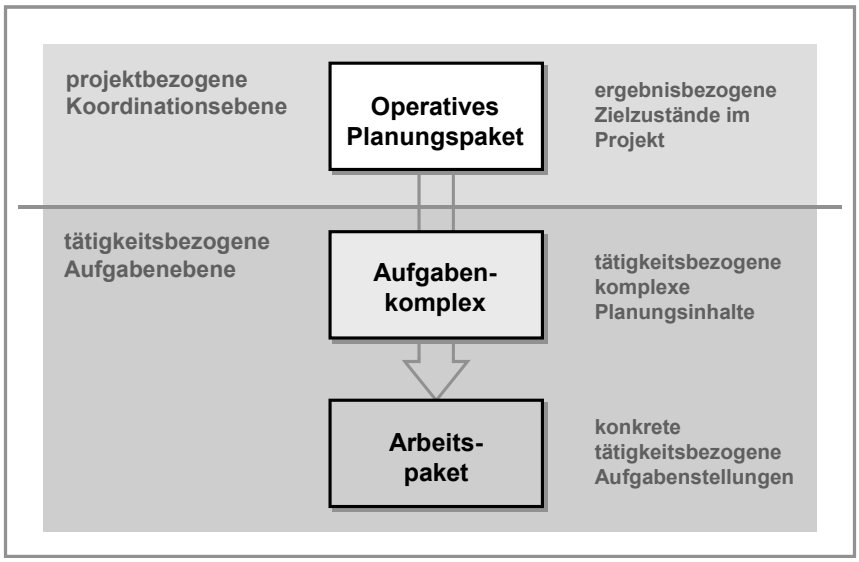


Abbildung 4.3-16: Ebenen des Systems der Planungsinhalte

Projektbezogene Koordinationsebene

Die auf dieser Ebene modellierten **operativen Planungspakete** (OPP) beschreiben als Handlungsziele rein ergebnisorientiert die groben Projektinhalte bzw. Problemstellungen. Sie werden abgeleitet aus den *taktischen Projektzielen*, welche das Soll-Output des Projektes gegenüber seinen Umgebungssystemen festlegen.

Die OPP spezifizieren ergänzend hierzu die Sollzustände dieses projektbezogenen Sachsystems (Output). Sie beschreiben tätigkeitsneutral die Objekte der projektrelevanten Sachsysteme und deren Zustände, wie z.B. „Das Gestaltungskonzept für das Gebäude ist fertiggestellt". Hiermit kann der Weg zur Erstellung des Gesamt-Outputs (in unserem Beispiel die fertiggestellte Gesamtplanung) so in Teilergebnisse bzw. Zwischen(zu)stände untergliedert werden, dass eine sinnvolle Koordination des Planungsprozesses erreicht werden kann. Durch eine Zuordnung von *Meilensteinen* wird dabei eine Einordnung in den zeitlichen Kontext der Projektdurchführung und so eine Kopplung mit dem Prozessmodell beschrieben (siehe auch Abbildung 4.5-5). Die Dokumentation dieses Zustandes durch die sogenannten *Inhaltsobjekte* (vgl. Kapitel 4.6) stellt dabei das Ergebnis dar.

Auf dieser Koordinationsebene wird noch keine Aussage über die Art der Tätigkeit getroffen bzw. darüber, wie dieser Objektzustand „Gebäude auf Konzeptebene geplant" erreicht werden soll. Diese rein ergebnisorientierte Beschreibung verhindert eine Vorwegnahme des Lösungsweges in frühen Phasen des Projektes.

Die tätigkeitsorientierte Detailebene

Die in dieser Ebene modellierten **Aufgaben** werden im Sinne einer Mittel-Zweck-Beziehung aus den *operativen Planungspaketen* abgeleitet. Sie beschreiben aufbauend auf den dort spezifizierten Ergebnissen und deren Soll-Zuständen die Objekttransformationen bzw. Tätigkeiten, die zur Ereichung des genannten Soll-Zustandes als Funktionen des Projektes am jeweiligen Bezugsobjekt durchgeführt werden sollen. Sie beschreiben also ausgehend von einem Ist-Zustand tätigkeitsorientiert den anzustrebenden Weg zur Erreichung des Soll-Zustandes sowie des benötigten Outputs und spezifizieren Zustandsänderungen. In dieser Ebene werden zwei Aufgabenklassen modelliert:

- **Aufgabenkomplexe** (AK) beschreiben Inhalte komplexer Funktionen zur Modellierung bzw. Transformation bestimmter Bezugsobjekte auf Ebene eines Planungsteams, wie z.B. die „Konzeption der Fassade eines Gebäudes". Sie enthalten interdisziplinäre Problemstellungen, die untereinander inhaltlich eng verknüpft sind, da sie sich auf das selbe Bezugsobjekt, wie z.B. die genannte Fassade beziehen. Um eine integrierte kooperative Bearbeitung dieser stark verknüpften Aufgabenkomplexe gewährleisten zu können, werden diese nicht – wie im Rahmen der Projektstrukturplan-Erstellung [SRSS94] in der Praxis üblich –auf Ebene einzelner isolierter Arbeitspakete separat vom Management an die Planer vergeben. In dem hier beschriebenen Ansatz wird das Know-How des Planerteams genutzt, um partizipativ die notwendigen Teilaufgaben und die bestehenden inhaltlichen und abarbeitungslogischen Wechselwirkungen der Problemstellung zu erarbeiten.

- **Arbeitspakete:** Innerhalb des Teams werden diese Aufgabenkomplexe – bezugnehmend zur Konkretisierung des Planungsgegenstandes – in konkrete Arbeitspakete (AP) untergliedert, welche so wiederum in einer Mittel-Zweck-Beziehung zum übergeordneten Aufgabenkomplex stehen.

Diese weitere inhaltliche Strukturierung ermöglicht eine Detaillierung der Aufgabenstellungen nach einzelnen Projektfunktionen und somit eine Untergliederung des Aufgabensystems entsprechend den involvierten Handlungsträgern bzw. Fachdisziplinen. Ein Beispiel wäre die Untergliederung des Aufgabenkomplexes „Fassadenkonzept“ in ein „gestalterisches Konzept für die Fassade“ oder ein „bauphysikalisches Fassadenkonzept“. So wird eine Untergliederung der Aufgabenstellung auf eine Größe möglich, die einer organisatorischen Einheit aufgrund ihrer Kompetenzen oder zeitlichen Kapazitäten zugeordnet werden kann. Wie in Abschnitt 4.4.3.5 beschrieben, dient das Arbeitspaket daher als inhaltliche Basis des Vertragswesens, da hierüber die zu erfüllenden Planungsleistungen beschrieben werden. Die organisatorischen Rahmenbedingungen des Vertrages bzw. Auftrages werden über die Prozessdaten (vgl. Kapitel 4.5.3.1) zugeordnet.

Die hier vorgestellten Konzepte verstehen sich als assistierender koordinierender Ansatz. Ziel ist es, dem Ansatz des „Management by Objectives“ (vgl. Kapitel 4.4.3.2) folgend, die Wahl des Vorgehens zur Problemlösung den Planern als Aufgabenbearbeiter eigenverantwortlich zu überlassen, da diese über eine hohe Kompetenz hinsichtlich der Problemlösungsstrategie in ihrem Fachgebiet verfügen. Entgegen den zumeist verfolgten Ansätzen in der Forschung (vgl. [MeRG04]) sollen die Prozesse der Produktplanung hier daher nicht auf einer zu detaillierten Workflow-Ebene formalisiert werden, welche eine Spezifikation jeder informationsverarbeitenden Tätigkeit erfordert. Auf Empfehlungen von [SRSS94] sollte der Arbeitsaufwand eines Arbeitspaketes so ca. 20 Personentage umfassen. Auch in Software- und F+E-Projekten hat sich in der feinsten Planung ebenfalls eine durchschnittliche Größe von ca. 20 Manntagen bewährt [Plat94].

Das Aufgabensystem mit den beschriebenen Ebenen ist über eine hierarchische Struktur vernetzt. Diese Aufgabenrelationen werden entsprechend den in Kapitel 4.1.3 genannten Beziehungskanten als hierarchischen Strukturreferenzen abgebildet. Die dort beschriebenen Überführungsrelationen werden dabei im Sinne einer Mittel-Zweckbeziehung als Bestandsrelationen abgebildet, welche die eigentliche Semantik der Baumstruktur des Aufgabensystems beschreiben.

4.3.3.4.2 Aufgabenvernetzung und Kopplung mit dem Prozessmodell

Neben den beschriebenen hierarchischen Relationen der Aufgabenebenen werden auch thematische Wechselwirkungen abgebildet, die Aussagen zum Grad der benötigten inhaltlichen Abstimmung machen. Diese Verknüpfungen können über die thematische Klassifizierung (vgl. Abschnitt 4.2) anhand einer Merkmalsüberlappung identifiziert werden: Aufgaben spezifizieren Funktionen, welche an Bezugsobjekten durchgeführt werden sollen. Beziehen sich zwei Aufgaben auf dasselbe Bezugsobjekt, z.B. die Fassade eines Hauses, so ist es recht wahrscheinlich,

dass zwischen diesen Aufgaben inhaltliche Wechselwirkungen bestehen. Ein Beispiel sind die Aufgaben „ein energetisches Konzept für die Fassade entwickeln“ und „ein Gestaltungskonzept für die Fassade erarbeiten“. Ein weiterer Punkt zur Aufdeckung inhaltlicher Wechselwirkungen ist die Betrachtung der auszuführenden Planungs-Funktionen, wie z.B. die Fachplanung „Statik“. Die „Erarbeitung der Statik“ verschiedener Gebäudeteile muss aufeinander abgestimmt werden, damit eine funktionierende Gesamtlösung erstellt werden kann. Zur Abbildung dieser inhaltlichen Wechselwirkungen, werden Assoziationerelationen spezifiziert, die auch die Qualität und Richtung der Verknüpfung beschreiben:

- Parallelisierung: Verschiedene Aufgaben werden zur besseren inhaltlichen Koordinierung oder zur Erarbeitung paralleler Varianten gleichzeitig bearbeitet.
- Serielle Abhängigkeit: Die Ergebnisse der einen Aufgabe dienen als inhaltliche Grundlage für eine andere Aufgabe.

Diese inhaltlichen Verknüpfungen der Aufgaben stellen bei der Ableitung aufgebenbezogener Prozesse, welche zur laufzeitbezogenen Koordination der Aufgebenbearbeitung dienen (vgl. Prozessmodell in Kapitel 4.5), die Grundlage zur Erarbeitung der ablauflogischen Beziehungen dar. Die folgende Abbildung zeigt die drei Stufen zur Entwicklung der Ablauflogik. Eine Merkmalsüberlappung bezüglich der thematischen Klassifizierungskriterien (Bezugsobjekte und Funktionen) dient als Indikator zur Erarbeitung konkreter inhaltlicher Aufgabenverknüpfungen. Diese inhaltlichen Wechselwirkungen der Aufgabenstellungen dienen wiederum bei der Ableitung der Planungsprozesse als Grundlage zur Erarbeitung der ablauflogischen Prozessverknüpfungen, welche anhand der in der DIN 69901 spezifizierten Anordnungsbeziehungen formalisiert werden (vgl. Kapitel 4.5.3.1.1).

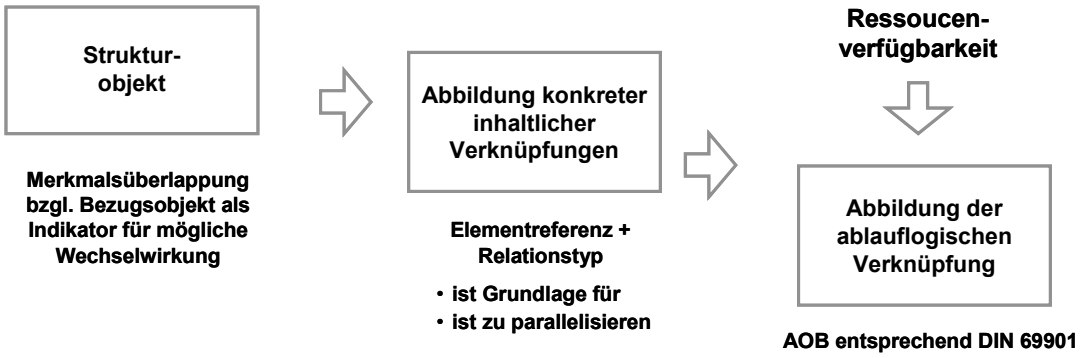


Abbildung 4.3-17: Herleitung der Ablauflogik

Auf das Vorgehen zur Ableitung der Planungsprozesse wird in Kapitel 4.5.3.1.1 detailliert eingegangen.

4.3.3.4.3 Spezifikation der Aufgabeninhalte

Das planungsbezogene Aufgabensystem beschreibt Handlungen am Planungsobjekt. Die inhaltliche Gliederung der Aufgabenstellungen nimmt daher sehr engen Bezug auf die Struktur

des Objektsystems. Der Handlungsgegenstand wird dabei zum **Bezugsobjekt** der Aufgabenstellung. Da der Planungsgegenstand im Projektverlauf stetig weiter konkretisiert und detailliert wird, muss die Struktur des Aufgabensystems an dieses planungsmethodische Vorgehen angelehnt sein (vgl. auch Kapitel 4.2.3). Wie in Kapitel 4.7.2 beschrieben, wird hierzu in der Konzeptphase zunächst eine Erarbeitung übergeordneter funktionaler Konzepte vorgeschlagen und erst in späteren Phasen die Entwicklung konkreter Objektkomponenten und deren Detaillierung. Die Planungsinhalte und Aufgaben werden so im Projektverlauf für jede Phase entsprechend den thematischen Schwerpunkten der Phase angepasst. Aufbauend auf der stetigen Konkretisierung des Planungsgegenstandes im Planungsverlauf können aus den übergeordneten Projektfunktionen (vgl. Abschnitt 4.3.3.3.2) detailliertere Aufgabenstellungen bzw. Tätigkeiten abgeleitet werden, welche am Bezugsobjekt (vgl. System der Strukturobjekte in Kapitel 4.2.3) und seinen Komponenten vorgenommen werden sollen.

Neben der Beschreibung der Bezugsobjekte werden durch das Aufgabensystem auch die zur Erreichung der Sollzustände durchzuführenden Transformationen bzw. Funktionen als Handlungsanweisungen beschrieben. Aufgaben spezifizieren dabei die Inhalte dieser **Projektfunktionen**. Die Gliederung nach unterschiedlichen Projektfunktionen bzw. Handlungsfeldern, die an den Bezugsobjekten vorzunehmen sind, stellt so ein weiteres Kriterium zur Strukturierung des Aufgabensystems dar. Eine Aufgabe hat daher immer zwei Komponenten: Die Spezifikation einer Projektfunktion sowie das Bezugsobjektes, an welchem die Handlung vorgenommen werden soll. Die folgende Abbildung veranschaulicht diesen Zusammenhang.

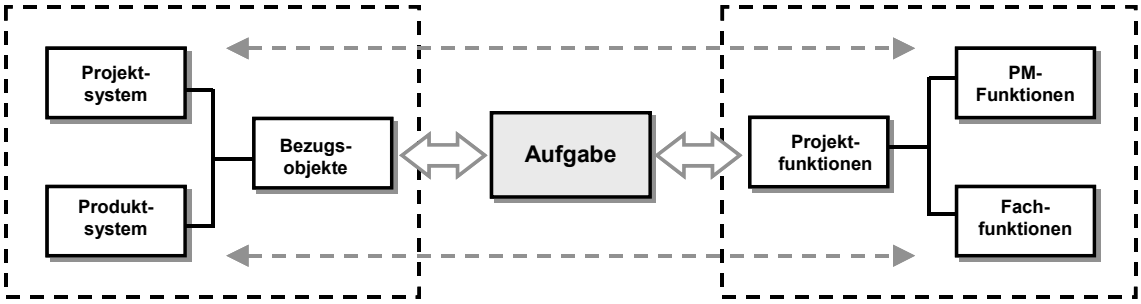


Abbildung 4.3-18: Zuordnung der Aufgaben zu Bezugsobjekten und Projektfunktionen

Neben der Objektplanung werden auch die Aufgaben des Projektmanagements erfasst. Die Aufgabe des Managements ist die Schaffung eines organisatorischen und koordinierenden Rahmens, in welchem die Objektplanung stattfinden kann. Die Management-Aufgaben beschreiben dabei Funktionen bzw. Zustandstransformationen des Projektsystems selber. Bezugsobjekte der Managementaufgaben sind die sogenannten **Projektelemente** (vgl. Kapitel 4.2.3.2.3), also die Elemente des Projektmodells, welche im Rahmen des Projektmanagements erstellt und verwaltet werden, wie z.B. Planungsteams, Ziele und Aufgaben.

Die Aufgabeninhalte ergeben sich daher entsprechend der Zuordnung zu den verschiedenen transformierten Bezugsystemen: Das Sachsystem der Objektplanung sowie die systeminhärenten Managementobjekte des Projektsystems selbst, die sogenannten Projektelemente. Hierdurch können, wie Abbildung 4.3-19 zeigt, bezugnehmend auf die in Kapitel 4.7 beschriebenen

Prozessarten sowohl Primärprozesse der Objektplanung als auch Sekundärprozesse des Projektmanagements spezifiziert werden.

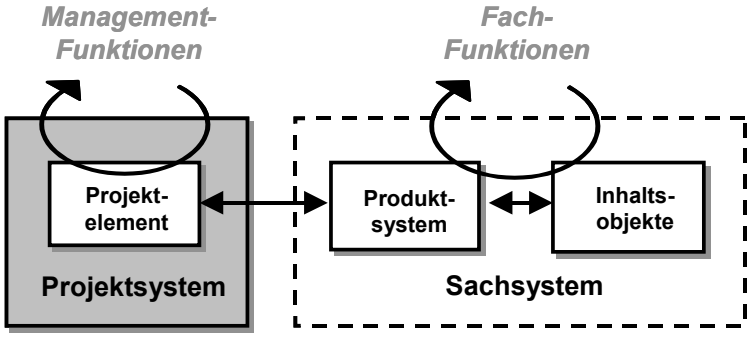


Abbildung 4.3-19: Bezugssysteme der Aufgaben

Anforderungen an die Planungsaufgaben

Planung stellt einen primär informationsverarbeitenden Prozess dar. Die Dokumentation der Aufgabenbearbeitung erfolgt dabei auf Informationsträgern, wie z.B. CAD-Plänen. Die Abbildung und prozessorientierte Verwaltung dieser planungsbeschreibenden Informationsobjekte erfolgt in dem in Kapitel 4.6 beschriebenen System der *Inhaltsobjekte*. Über eine Zuordnung der Inhaltsobjekte kann, wie folgende Abbildung zeigt, aus der Aufgabe heraus über postkoordinative Vernetzungsmechanismen auf die an diese Inhaltsobjekte geknüpften Projektanforderungen zugegriffen werden, die bearbeitungstechnische Vorgaben, wie z.B. die Art der Lösungsdokumentation festschreiben (vgl. Abschnitt 4.3.3.3.2).

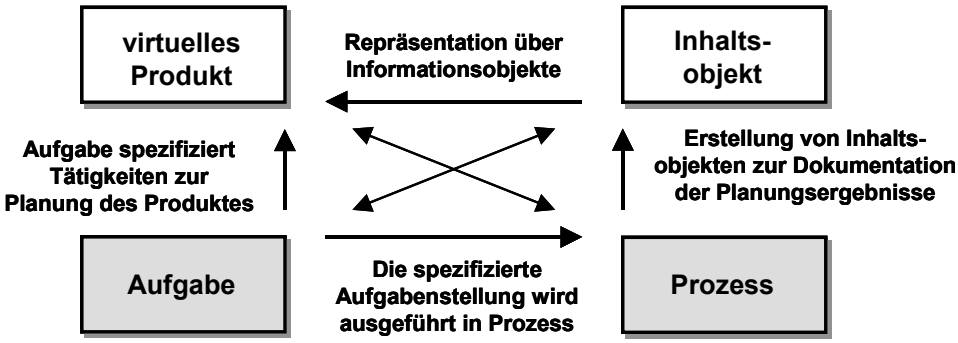


Abbildung 4.3-20: Zuordnung von Planungsaufgaben

Die dokumentierte Planungslösung (Inhaltsobjekt) nimmt dabei wiederum Bezug zum Objektsystem, da die Inhaltsobjekte zur Beschreibung des virtuellen Planungsobjektes dienen. Insofern haben auch die an das Objektsystem gestellten Anforderungen indirekt auf die Planungsaufgabe Einfluss. Eine Planungsaufgabe hat somit immer zwei Bezugsebenen: Das zu transformierende bzw. zu planende (virtuelle) Objekt sowie das real bzw. physisch zu erstellende Inhaltsobjekt, welches als konkretes Aufgabenergebnis die Planungslösung repräsentiert.

Standardisierbarkeit von Aufgaben

Es hat sich nach Hirzel und Reschke [vgl. Hirz89 sowie Resc89] in der Praxis gezeigt, dass es für Unikatplanungen bezüglich der Objektplanung keinen allgemeinen optimalen Aufbau (Standard) des Aufgabensystems gibt. Er sollte im Detail für jedes Projekt neu festgelegt werden, da er sich sehr stark an dem spezifisch zu planenden Objekt bzw. dessen Struktur orientieren muss. Die Erarbeitung einer optimalen projektspezifischen Aufgabenstruktur stellt somit ein wesentliches Erfolgskriterium eines Planungsprojektes dar. Folgende Bereiche sollten bei der Entwicklung der Aufgabenstruktur aber stets berücksichtigt werden:

- Planungsobjekt (Liefer- und Leistungsumfang)
- Zwischenergebnisse (Prototypen, Musterbauten etc.)
- Einzeluntersuchungen (Statik, Machbarkeit, Gutachten etc.)
- Notwendige Hilfsmittel (Werkzeuge, Transportmittel etc.)

Die Objekte, welche im Rahmen des Managements modelliert bzw. verwaltet werden, sind in dem hier beschriebenen Ansatz aufgrund der Anwendung des Projektmodells, bereits als Klassen festgelegt. Dies ermöglicht, wie im weiteren aufgelistet, eine gewisse Standardisierbarkeit bezüglich dieser Managementaufgaben. Das Management eines Projektes bzw. Teams beinhaltet dabei eine Vielzahl von Managementaufgaben, die wiederum recht unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen zugeordnet werden können. Aufbauend auf den in Kapitel 4.4.3 beschriebenen Managementbereichen können folgende Aufgabenfelder spezifiziert werden:

- **Projektorganisation und Teamorganisation**
  - Bildung der Aufbauorganisation und Zuordnung organisatorischer Rollen
  - Teambildung
  - Prozesskoordination (Zuordnung von organisat. Einheiten zu Prozessen)
- **Inhaltliche Koordination**
  - Erarbeitung der Strukturobjekte und Aufdecken der Wechselwirkungen
  - Entwicklung und Anpassung der strategischen und taktischen Ziele
  - Spezifikation der Planungsinhalte
  - Ableiten von Aufgabenkomplexen für die Objektplanung
  - Erarbeitung der Objektanforderungen
  - Ableiten der Arbeitspakete auf Teamebene
  - Aufdecken der inhaltlichen Verknüpfungen der Aufgaben
  - Zielbewertung und Zielcontrolling
- **Planung und Steuerung des Projektes auf Koordinations- und auf Teamebene**
  - Spezifikation von Meilensteinen und Zuordnung zu Planungspaketen

  - Aufwandsabschätzung zur Aufgabenbearbeitung
  - Erarbeitung der Ablauflogik
  - Ressourcenplanung
  - Ableitung der Prozessdaten
  - Prozessoptimierung
  - Prozesscontrolling
- **Moderation und Coaching**
  - Moderation und Sitzungsleitung
  - Terminplanung
  - Soziale Betreuung der Projektpartner

Eine detaillierte Erläuterung dieser Managementaufgaben und des hierzu anzuwendenden Managementansatzes erfolgt ebenfalls in Kapitel 4.4.3. Die Managementaufgaben werden als Arbeitspakete explizit verwaltet und dienen als Grundlage des Vertragswesens. So können konkrete Verantwortlichkeiten auch für die teamintern stattfindenden Koordinationsaufgaben vergeben werden.

Das in Kapitel 4.1.4 vorgestellte Vorgehensmodell zur Projektplanung nimmt auf diese Managementaufgaben Bezug und bettet sie in einen phasenorientierten Vorgehensrahmen ein. Ergänzend zu diesem übergeordneten Vorgehensmodell zur Projektplanung wird bei der Beschreibung der Teilmodelle (Ziel- und Aufgabensystem, Organisationsmodell und Prozessmodell) ein Leitfaden mit detaillierten Arbeitsschritten vorgestellt, welcher zudem eine Zuordnung der einzelnen Managementaufgaben zu speziellen organisatorischen Rollen (als Funktionsträgern) ermöglicht. So wird z.B. die Erarbeitung und Anpassung der Projektziele und Anforderungen zum Ende dieses Kapitels beschrieben.

4.3.3.4.4 Assistierender Werkzeugkasten zur Aufgabenbearbeitung

Die kooperative Bearbeitung von Aufgabenstellungen der Produktentwicklung setzt, wie in Kapitel 4.7.2 beschrieben, sehr hohe Anforderungen bezüglich der methodischen Kompetenz der Planer voraus. Zur Unterstützung der Aufgabenbearbeitung wird hier ein sogenannter **Methoden- und Werkzeugkasten** zur Verfügung gestellt, in dem planungs- und managementrelevante Methoden, wie z.B. die in Kapitel 4.3.4.6.2 beschriebenen Methoden zur Zielplanung oder die in Kapitel 4.7.2 erläuterte Funktionsanalyse, abgebildet und beschrieben werden. Durch die Bereitstellung entsprechender Erläuterungen und Beispiele sowie assistierender Formulare kann die aufgabenbegleitende Anwendung dieser Methoden unterstützt werden. Im Aufgabendokument selbst wird vermerkt, welche methodischen Hilfsmittel bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung genutzt werden können bzw. sollen. Im Rahmen der prototypischen Umsetzung in Kapitel 5.4.8.1 werden exemplarisch einige Methoden abgebildet. Die Verwaltung von Validierungswerkzeugen und –methoden, wie z.B. die in Kapitel 4.3.3.6 beschriebene

Nutzwertanalyse, kann im Rahmen der zielorientierten Beurteilung der Aufgabenergebnisse eingesetzt werden. Dabei werden den Anforderungen Validierungsmethoden oder Werkzeuge zugewiesen, die zur normierten Bewertbarkeit der Istwerte (Ergebnisse der Aufgabenbearbeitung) bezüglich der in den Anforderungen spezifizierten Soll-Ausprägung der Anforderungsmerkmale beitragen.

Ergänzend zu diesen methodischen Hilfsmitteln wird zudem auch eine Beschreibung handelsüblicher Software-Werkzeuge ermöglicht, deren Einsatz im Rahmen des Projektes bei der Aufgabenbearbeitung als sinnvoll erachtet wird. Eine solche Liste von Softwaretypen und den hiermit verbundenen Austauschformaten dient zudem zur Umsetzung der in Kapitel 4.3.3.3.2 beschriebenen technischen Projektstandards. Auf die hier beschriebenen Konzepte aufbauend wird im Rahmen des Projektes LuZie [BoZe04] zur Zeit ein phasenorientierter Werkzeugkasten für den Anwendungsfall der energetischen Sanierung erarbeitet. Er ermöglicht die Zuordnung von softwaretechnischen Hilfsmitteln zu entsprechenden Planungsaufgaben.

4.3.3.5 Konzepte zum Zielkonfliktmanagement

Zur Handhabung inhaltlicher Zielkonflikte ist neben der Verwaltung der rein hierarchischen Struktur des Ziel- und Aufgabensystems auch eine thematische Synchronisation der Ziele und Anforderungen im Sinne eines objektbezogenen Konfigurationsmanagements [BMI96 sowie Sayn84] erforderlich. Eine inhaltliche Strukturierung trägt dazu bei, Teilprobleme frühzeitig zu erkennen, fördert ein ganzheitliches Denken durch die Offenlegung der Wechselwirkungen und leitet somit dazu an, zu systematisieren, alternative Lösungen zu erarbeiten und ermöglicht zudem eine sinnvolle organisatorische Aufgabenzuordnung. Von der Art und Weise der Strukturierung des Zielsystems hängt es ab, wann Zielkonflikte bezüglich des Planungsgegenstandes transparent werden und wieviel Handlungsspielraum noch besteht, diesen Konflikten mit konstruktiven Lösungen zu begegnen.

Definition Ein **Zielkonflikt** wird im Rahmen dieser Arbeit definiert als die wechselseitige inhaltliche Abhängigkeit von zwei Zielen oder Anforderungen zueinander, wobei die (graduelle) Erfüllung eines Zieles die Erfüllung der anderen Ziele behindert bzw. hemmt.

Dabei weist ein Zielkonflikt notwendigerweise drei Aspekte auf:

- Es sind mindestens zwei Ziele oder Anforderungen betroffen
- Die Ziele stehen über ein gemeinsames Anspruchs- bzw. Bezugsobjekt in Beziehung
- Für den Zielkonflikt ist eine bestimmte Merkmalsausprägung des bezugsobjektes (wie z.B. Masse, Kosten,Gewicht) verantwortlich

Der Zeitpunkt der Konflikterkennung hat sehr großen Einfluss auf den zur Konfliktbehandlung noch bestehenden planerischen Spielraum. Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wurde ein zweistufiges Konzept entwickelt, um vorhandene Zielkonflikte frühzeitig aufdecken, abbilden und den Planern transparent machen zu können.

Der erste Schritt besteht in einer thematischen Klassifizierung der Ziele und Anforderungen, so dass eine flexible Generierung thematischer Sichten aus dem aktuellen Problemkontext der Aufgabenstellung heraus ermöglicht wird. Hiermit können allgemeine thematische Wechselwirkungen und inhaltliche Überlappungen aufgedeckt werden. Der zweite, hierauf aufbauende Schritt ist die explizite Abbildung konkreter Konflikte einzelner Ziele und Anforderungen, die eine Erfassung der Relationsqualität und somit die Beschreibung der Konfliktsituation qualitativ oder quantitativ ermöglicht. Auf die beiden Schritte wird im folgenden eingegangen.

4.3.3.5.1 Thematische Klassifizierung

Ein erster Schritt zur Handhabung von Zielkonflikten ist die Aufdeckung vorhandener inhaltlicher und thematischer Wechselwirkungen. Dies wird über eine thematische Klassifizierung der Ziele und Anforderungen realisiert, welche anhand der in Kapitel 4.2 beschriebenen Prinzipien vorgenommen wird. Inhalt des folgenden Abschnittes ist die Anwendung dieser Prinzipien auf den Bereich des Zielkonfliktmanagements. Hier dienen sogenannte **Strukturobjekte** bei der Handhabung der Ziele und Anforderungen als Klassifikationskriterien und ermöglichen im Sinne postkoordinativer Vernetzungsmechanismen die Generierung problem- und personenbezogener Sichten aus dem aktuellen Planungskontext heraus. Auf diese Art und Weise können generelle thematische Überlappungen aufgedeckt werden, ohne dass hierzu bereits ein hoher administrativer Aufwand zur direkten Abbildung konkreter Zielkonflikte notwendig wäre. Abbildung 4.3-21 verdeutlicht die indirekte Vernetzung des Ziel- und Aufgabensystem um die genannten Strukturobjekte, welche als Klassifizierungskriterien dienen.

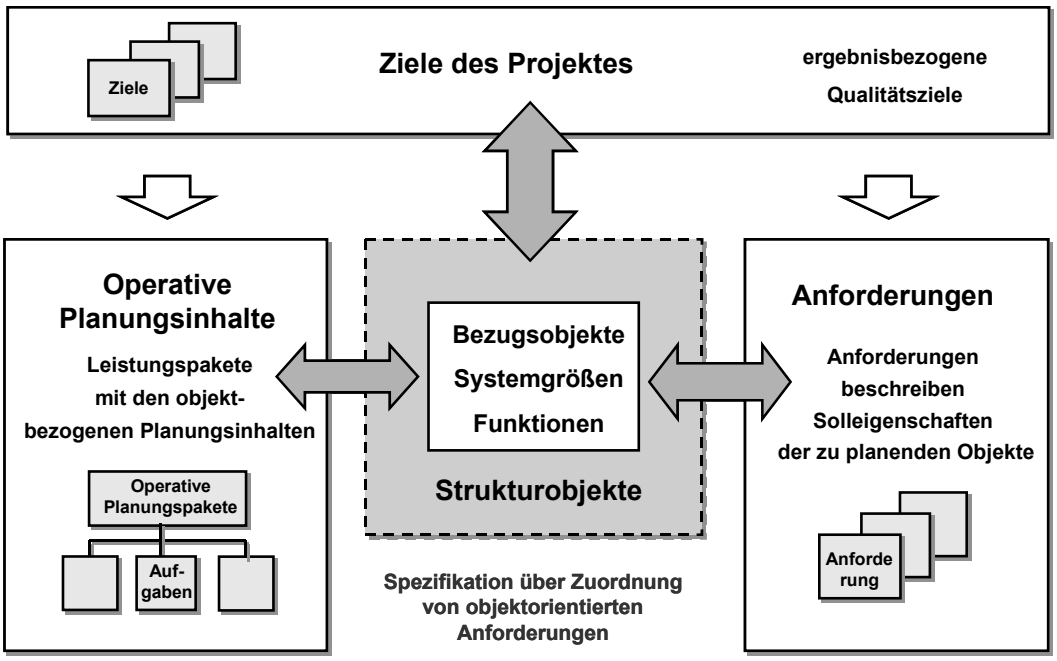


Abbildung 4.3-21: Vernetzung des Zielsystems über Strukturobjekte

Stellt man sich die Frage, bezüglich welcher thematischen Aspekte sich inhaltliche Wechselwirkungen bzw. Zielkonflikte ergeben können, so ist zunächst entsprechend der Definition des Zielkonfliktes das gemeinsame Anspruchsobjekt zu nennen. Übertragen auf den Kontext der Objektplanung bedeutet dies eine **objektbezogene Klassifizierung** von Anforderungen anhand bestimmter Objektkomponenten oder sonstigen projektrelevanten Sachsystemen. Bezugnehmend auf den in dieser Arbeit erarbeiteten Ansatz einer dynamischen Projektstrukturierung sollen, einem planungsmethodisch orientiertem Vorgehen folgend, nicht nur physische Objekte bzw. Bauteile als Bezugssystem gewählt werden können. Die in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekte erlauben, angelehnt am planungsmethodischen Vorgehen, eine Überführung von abstrakten Objektfunktionen zu Konstruktionsprinzipien sowie nachfolgend zu konkreten Bauelementen. Einen wichtigen Punkt stellt hierbei die Erfassung von Objektfunktionen bzw. abstrakten Funktionsträgern dar, über welche Konflikte hinsichtlich funktionaler Leistungsmerkmale bereits zu einem frühen Zeitpunkt identifiziert werden können. Zusätzlich ist eine nutzungsbezogene Zuordnung (Nutzungsfunktionen) vorgesehen, da sich Anforderungen an ein Gebäude aus den darin auszuführenden Funktionen des Nutzers herleiten lassen. Die aus diesen Nutzerfunktionen abgeleiteten räumlichen Funktionsbereiche dienen zur Spezifikation des Wirkungsbereiches bzw. des Ortes, an welchem sich die geforderten Zustände auswirken sollen. Über diese objektbezogenen Klassifizierungsprinzipien können funktionale und bauteil- oder raumbezogene Wechselwirkungen transparent gemacht und eine horizontale Integration der Problemlösungsprozesse erreicht werden.

Wie bei der Definition des Begriffes *Zielkonflikt* deutlich wurde, ist der zweite Ansatzpunkt zur Erkennung von Wechselwirkungen die **Klassifizierung nach konkreten Merkmals- oder Zustandsklassen** der betroffenen Bezugsobjekte. So bestehen beispielsweise Zielkonflikte oft zwischen zwei Bauteilen bezüglich des Merkmals „Baukosten“. Zieht man eine systemtechnische Betrachtungsweise zur Beschreibung von Systemen heran, so lassen sich alle Systemmerkmale auf die Grundgrößen Energie, Materie, Finanzen und Information zurückführen (vgl. Abschnitt 2.2.1). Daher beruht auch die Spezifikation verschiedener Zielarten auf der Systembeschreibung durch die genannten **Systemgrößen**. Durch diese Grundgrößen bzw. Untergliederungen von ihnen können sowohl die Systemzustände beschrieben werden als auch die Schnittstellen, welche sich auf Input und Output dieser Größen beziehen. Auf diese Art und Weise lassen sich sowohl Qualitäts- als auch Leistungsmerkmale ableiten: Statische Systemgrößen stellen Zustandsklassen dar und werden über Qualitätsmerkmale beschrieben. Über Leistungsmerkmale werden Funktionen zur Transformation dieser Größen beschrieben. Bezieht man nun die In- und Outputgrößen (Flussgrößen) zudem auf die durch das entsprechende Bezugssystem (vgl. Abschnitt 4.7.2.1.1.) festgelegte Systemschnittstelle, wie z.B. „Objekt - Umwelt“, so erhält man eine zweidimensionale Klassifikationssystematik, welche neben der eigentlichen Zielart als auch den Zielursprung bzw. die Artikulanten erfasst.

Diese Systemgrößen beschreiben die Eigenschaften des Systems gerade als Zustandsattribute bezüglich der Dimensionen Raum und Zeit. Kann die Größe „Raum“ über eine Beschreibung funktionaler Topologien (vgl. Funktionsbereiche) und deren „Verortung“ anhand konkreter Raumstrukturen in der Objektstruktur realisiert werden, so wird zur Abbildung der zeitlichen Dimension die Zuordnung zu systembezogenen Phasen notwendig. Die Wechselwirkung zwi-

schen den Objekten ergeben sich zumeist aufgrund von System-Funktionen, welche die Systemgrößen innerhalb gewisser zeitlicher Spannen transformieren. Ein Konflikt besteht daher innerhalb eines gewissen zeitlichen Zusammenhanges, wie z.B. der Bauphase oder der Nutzungsphase eines Objektes. Zur besseren Handhabung der Zielkonflikte soll deren zeitlicher Bezugsrahmen in Form der Produktlebenszyklusphasen abgebildet werden. Diese **phasenorientierte Klassifizierung** und Strukturierung der Ziele und Anforderungen ermöglicht eine vertikale Integration über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes. Zudem wird gerade beim System der Planungsinhalte und Aufgaben (vgl. Kapitel 4.3.3.4) eine Zuordnung zu den einzelnen Phasen des Projektes notwendig.

Zusammenfassend werden so folgende thematischen Klassifizierungskriterien spezifiziert:

- **Bezugsobjekt oder Objektkomponente (objektorientiert)**
  - System- und Objektfunktionen
  - Systemkomponenten bzw. elementbezogene Struktur
  - Systembereiche bzw. raumorientierte Systemstruktur
- **Systemgröße bzw. Flussgrößen**
  - Materie
  - Energie
  - Information
  - Finanzen
- **Gliederung nach Phasen (Logik-Orientierung)**
  - Objektlebenszyklusphasen
  - Projektphasen

Eine detaillierte Erläuterung dieser an die Gesamtstruktur des Projektmodells angelehnten Strukturierungskonzepte ist Kapitel 4.2 zu entnehmen. Diese Differenzierung bezüglich der genannten Klassifizierungsprinzipien wie auch die Trennung von Bezugssystem und Systemgrößen stellt einen wichtigen Ansatz dieser Arbeit dar, um eine mehrschichtige Zuordnung ermöglichen zu können.

Die somit mögliche umfassende Einordnung der Ziele zum entsprechenden thematischen Kontext unterstützt die Aufdeckung von Zielkonflikten im Zielfindungs- und Bewertungsprozess. Zudem kann der Planer seine Planungsentscheidungen bezugnehmend auf das jeweilige Wertesystem wesentlich besser treffen, wenn nachvollziehbar ist, welches Umgebungssystem bzw. welche betroffene Gruppe letztendlich der Artikulant der Zielsetzung ist. Auch kann durch das hier vorgestellte Prinzip eine bessere Vollständigkeit bei der Herleitung bzw. Erarbeitung gewährleistet werden. Hierzu wurde im Rahmen dieser Arbeit als methodisches Hilfsmittel eine Matrix zur Systemumfeldanalyse entwickelt (vgl. Abschnitt 4.3.4), mit deren Hilfe man die identifizierten Schnittstellen nach den jeweiligen Flüssen der Systemgrößen systematisch untersuchen kann.

Mit dem vorgestellten Ansatz zur inhaltlichen Klassifizierung des Ziel- und Anforderungssystems wird die **Generierung flexibler kontextspezifischer Sichten** auf die relevanten Anforderungen und Ziele im Planungsverlauf ermöglicht. Dabei wird die Generierung sogenannter „logischer Views“ durch die Bereitstellung postkoordinativer kontextorientierter Zugriffsmechanismen unterstützt (vgl. Kapitel 4.2.4). Dies dient der indirekten Verknüpfung der Ziele, Anforderungen und Aufgaben untereinander sowie ihrer Zuordnung zu den sonstigen Elementen des Projektmodells. Der Zugriffskontext und der hierbei notwendig werdende Bedarf an Informationen hängt von der jeweils aktuell zu bearbeitenden Aufgabenstellung ab. Wie beschrieben beziehen sich Aufgaben auf die Erstellung oder die Modellierung von konkreten Objekten, deren Soll-Objekteigenschaften über Objektanforderungen genauer spezifiziert werden. Daher werden, wie in der prototypischen Umsetzung in Kapitel 5.4.3.2 beschrieben, aus dem Kontext bzw. aus dem Dokument der Planungsaufgabe heraus dynamisch generierte Ansichten auf alle aufgabenrelevanten Anforderungen bereitgestellt. Diese kontextspezifische Verknüpfung von Aufgaben und Anforderungen kann, wie in Abbildung 4.3-22 dargestellt, aufgrund des gewählten Konzeptes flexibel erfolgen – eine sonst oft übliche direkte und damit starre Zuordnung [vgl. Geba00] kann so vermieden werden. Beispielsweise können so aus der klassifizierten Aufgabe „Konzeption der Fassade nach energetischen Gesichtspunkten“ heraus zur Laufzeit sämtliche aktuellen relevanten Anforderungen an dieses Bezugsobjekt (Fassade) und an die jeweilige Systemgröße (hier: Energie-Wärmeenergie) selektiert werden.

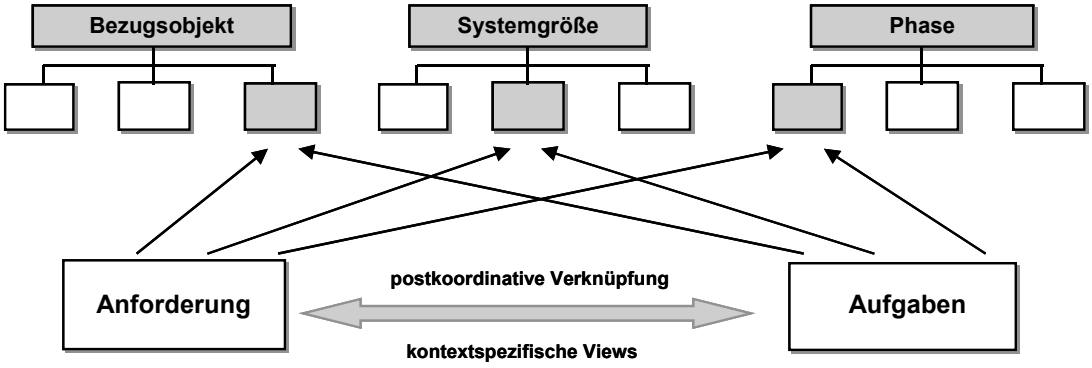


Abbildung 4.3-22: Postkoordinative Verknüpfung anhand thematischer Klassifizierung

Das Vorhandensein von Merkmalsüberlappungen hinsichtlich der Klassifizierungskriterien weist daraufhin, das wahrscheinlich gewisse thematische Wechselwirkungen bestehen. Beziehen sich beispielsweise zwei Anforderungen auf die „Fassade“ als Bezugsobjekt und auch auf dieselbe Objektfunktion „Wärmetransmission“, so ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass diese Anforderungen in einem wie auch immer ausgeprägten Verhältnis zueinander stehen, welches es bei der Konstruktion der Fassade zu beachten gibt. Konkrete Relationen zwischen zwei speziellen Objekten werden über dieses Vernetzungsprinzip zunächst nicht explizit abgebildet. Dies ist auf dieser Ebene auch nicht sinnvoll, um den mit einer expliziten Vernetzung aller Anforderungen verbundenen Aufwand zu vermeiden. Werden im Rahmen der Projektdurchführung jedoch konkrete Wechselwirkungen zwischen zwei Zielen oder Anforderungen deutlich, deren Abbildung wichtig erscheint, so können diese als Zielkonflikte explizit abgebildet werden.

4.3.3.5.2 Abbildung konkreter Zielkonflikte

Aus der allgemeinen Merkmalsüberlappung bezüglich Bezugsobjekten und Funktionen werden in einem weiteren Schritt die konkret bestehenden Wechselwirkungen zwischen den Zielen und Anforderungen herausgearbeitet. Somit kann auch die Qualität der Wechselwirkung beschrieben werden. Wichtig ist ja zu wissen, in welcher Form sich konkrete Ziele und Anforderungen beeinflussen. Neben einem Verweis auf die betroffenen Anforderungen bzw. Ziele und den thematischen Aspekt wird es notwendig, die Art der Wechselwirkung konkret spezifizieren zu können sowie deren Grad. Folgende Konflikttypen werden in diesem Konzept zur Abbildung der konkreten Konflikte angeboten:

- **Konkurrenz** liegt vor, wenn die graduelle Erfüllung einer Anforderung die graduelle Erfüllung einer anderen hemmt bzw. hindert. Anforderung bezüglich „Kostenminimierung“ und „Qualitätsstandard“ sind ein typisches Beispiel hierfür.
- **Komplementarität** beschreibt, dass die zunehmende Erfüllung einer Anforderung die wachsende Erfüllung einer anderen Anforderung bewirkt. Hierbei handelt es sich um eine symmetrische Relation, wenn die Relation auch in umgekehrter Richtung zielverstärkend wirkt, sich also sowohl A1 als auch A2 gegenseitig verstärken. Bei einseitiger Verstärkung liegt eine asymmetrische Komplementarität vor. Diese einseitig gerichtete asymmetrische Relation ist z.B. bei Vorhandensein einer Mittel-Zweck-Beziehung der Fall.
- **Antinomie** bedeutet, dass sich zwei Anforderungen gegenseitig in ihrer Erreichung völlig ausschließen.

Diese Relationen nehmen Bezug zu dem in Kapitel 4.1.3.1 beschriebenen Ansatz der semantischen Netze. Sind die Anforderungen die Knoten des Netzes, so stellen die inhaltlichen Verknüpfungen der Anforderungen als Assoziationsrelationen die Beziehungskanten zur Vernetzung der Anforderungen dar.

Der Grad der Beeinflussung zweier Anforderungen lässt sich über eine sogenannte **Beeinflussungsfunktion** beschreiben. Ein einfaches Beispiel soll dies verdeutlichen.: Die Anforderungen nach einem möglichst großem Gebäudevolumen $V_{opt} = 1200\ m^3$ und einer geringen zulässigen *Traufhöhe* $h_{opt} = 7{,}5\ m$ stehen zueinander in konkurrierender Beziehung. Über die Funktion „*Volumen = Grundfläche ∗ Höhe*“ lässt sich eine direkte Proportionalität zwischen den beiden Anforderungen als Beeinflussungsfunktion beschreiben. Bei soziokulturellen und gestalterisch-ästhetischen Aspekten ist diese mathematische und somit quantifizierbare Beschreibung allerdings nicht möglich bzw. auch meist gar nicht sinnvoll. Hier reicht eine qualitative Beschreibung zur Handhabung in Planungskontext aus. Eine Anforderungsrelation wird über folgende Attribute beschrieben:

- Relationstyp
- Bezugsobjekt
- Systemgröße
- Richtung

- Beeinflussungsgrad
- Beeinflussungsfunktion

Vorgehen zur Aufdeckung von Zielkonflikten

Zielkonflikte liegen in den meisten Fällen nicht einfach „auf der Hand“, sondern müssen erst identifiziert und für die im Projekt Betroffenen transparent gemacht werden. Dieses Erkennen des Zielkonfliktes stellt sich nach [Eile99] oft schwieriger dar als die Bewältigung des Zielkonfliktes selbst. Die Aufdeckung der Ziel- und Anforderungskonflikte erfolgt bereits während des Zielplanungsprozesses. Aufbauend auf der erläuterten Abbildung bauteilbezogener, funktionaler und nutzungsbezogener Überlappungen anhand der Klassifizierungskriterien wird es möglich, zu jedem Ziel oder jeder Anforderung eine Auswahl an weiteren Zielen und Anforderungen zu generieren, welche mit dieser Anforderung in inhaltlicher Wechselwirkung stehen.

Die Anwendung einer Anforderungsrelationsmatrix bzw. einer Dreiecksmatrix, über welche die relevanten Anforderungen zueinander in Beziehung gesetzt werden können, ermöglicht eine systematische Überprüfung der Kompatibilität der Ziele und Anforderungen. Bezüglich weiterführender Erläuterungen sein hier auf Kannheiser [Kann93], Daenzer&Huber [DaHu92] und Steinmeyer [Stei98] verwiesen. Die Anwendung solcher Matrizen hat nach Eiletz [Eile99] allerdings den Nachteil, dass die vollständige paarweise Analyse aller Ziele und Anforderungen bei komplexen Produkten zu einem nicht mehr vertretbaren Aufwand für die Erstellung und Auswertung der Matrix führt. Auch das von Makabe, King und Akao [vgl. Dann96] entwickelte QFD (Quality Function Deployment), welches auf der Erarbeitung von Korrelationen zwischen Kunden- und Qualitätsmerkmalen im Rahmen des „House of Quality“ (vgl. Abschnitt 4.3.1) beruht, nutzt eine Dreiecksmatrix zur Abbildung der Anforderungskonflikte. Durch das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte zweistufige Konzept zur Aufdeckung von Konflikten kann das genannte Problem des Erfassungsaufwandes jedoch verbessert werden: Im Rahmen des Zielplanungsprozesses werden dabei zunächst die Anforderungen zueinander in Beziehung gesetzt, bei denen aufgrund der Merkmalsüberlappung bezüglich der Klassifizierungskriterien eine funktionale, bauteil- oder nutzungsbezogene Wechselwirkung bereits aufgedeckt wurde. Die Klassifizierung der Anforderungen stellt somit eine Art Vorfilterung dar. Die folgende Abbildung zeigt das Prinzip der Relationsmatrix mit einer Gliederung nach funktionalen Aspekten.

Die Zielbeziehungsanalyse ist allerdings nur als methodisches Hilfsmittel zu verstehen. Im Mittelpunkt sollte stets die Zielfindungsdiskussion stehen bzw. die kooperative Identifikation, Transparentmachung und Analyse der Ziele als teamorientierter Prozess. Zielkonflikte zu erkennen, bedeutet dabei zunächst die Auswirkungen der spezifizierten Ziele abzuschätzen. Hierzu ist die Einbindung von umfangreichem Wissen über technologische und soziologische und ökonomische und auch prozessbezogene Zusammenhänge notwendig, wie z.B. die Kenntnis der Grenzen der technologischen Machbarkeit oder die Kenntnis von Zusammenhängen zwischen den Zielgrößen und den Planungs- und konstruktionsbestimmenden Parametern.

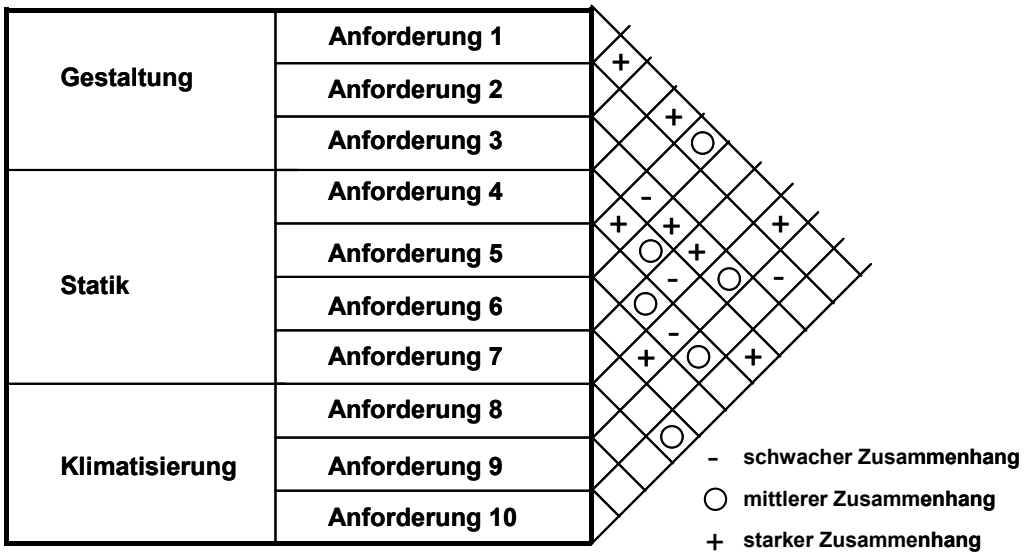


Abbildung 4.3-23: Prinzip der Zielrelationsmatrix

Wie in Abschnitt 4.3.4 erläutert, wird der Zielfindungsprozess auf organisatorischer Seite durch die Bildung eines entsprechenden Teams zur inhaltlichen Koordination unterstützt. Das Aufzeigen von Zielkonflikten kann allerdings nicht alleine Aufgabe des Managements sein. Ein erfolgreiches Zielkonfliktmanagement muss die verschiedenen Sichten und Erfahrungen aller Projektmitarbeiter beim Erkennen der Zielkonflikte nutzten. Der Prozess der Zielfindung und der Zielkonflikterkennung wird daher, wie in Abschnitt 4.3.4 sowie 5.4.2.3.4 erläutert, als partizipativer Prozess entsprechend unterstützt, um auch das Wissen der Planer entsprechend in den Zielfindungsprozess einbinden zu können.

Der Prozess der Konfliktfindung wird in diesem Konzept nicht auf die Phase der Zielplanung beschränkt, da viele Wechselwirkungen erst im Planungsverlauf offensichtlich werden. Die Aufdeckung weiterer inhaltlicher Konflikte findet so auch während der eigentlichen Aufgabenbearbeitung statt, wobei die Planer aktiv in diesen Konfliktfindungsprozess eingebunden werden. Aufbauend auf ihren Erfahrungen um inhaltliche Zusammenhänge in der Planung können die Planer die für sie im Planungsprozess offensichtlich werdenden konkreten Wechselwirkungen zwischen einzelnen konkreten Anforderungen explizit abbilden und somit dem gesamten Planungsteam transparent machen. Wird bei der Bearbeitung einer Aufgabe deutlich, dass nicht alle aufgabenrelevanten Anforderungen durch die Planungslösung erfüllt werden können, so verfasst der Bearbeiter einen Kommentar, in welchem er beschreibt, hinsichtlich welcher Anforderungen es bei der Bearbeitung seiner Aufgabenstellung Probleme gab und zwischen welchen Anforderungen er Konflikte sieht. Zudem macht er Vorschläge zum weiteren Umgang mit dem Konflikt, wie z.B. eine mögliche Anpassung einer Anforderung. Diese Kommentare bzw. Vorschläge dienen bei der Handhabung des Zielkonfliktes als Hilfestellung.

4.3.3.5.3 Umgang mit inhaltlichen Konflikten

Zur Handhabung der identifizierten Konflikte werden im folgenden Abschnitt verschiedene Strategien zur Konfliktbewältigung vorgestellt. Eine Möglichkeit zur Lösung dieser Konflikte ist die Erarbeitung neuer konstruktiver bzw. entwurflicher Lösungskonzepte, bei denen der Konflikt nicht mehr besteht. Ist dies nicht möglich, so müssen fallweise Zielkompromisse getroffen werden bzw. Ziele und Anforderungen angepasst und eventuell neu priorisiert werden.

Zielkonfliktbewältigung mittels Konzeptsuche

Diese Herangehensweise der Überwindung von Zielkonflikten bei Beibehaltung der Ziele und Anforderungen setzt am planerischen bzw. konstruktiven Konzept an. Da diese Methode auf einem Finden neuartiger Lösungsalternativen beruht, kommen hier sowohl Kreativitätstechniken, wie z.B. das „Brainstorming“ oder die „Gallerie-Methode“ sowie Methoden zur Unterstützung der Ideenfindung wie der „morphologische Kasten“ zum tragen [vgl. Saak03]. Auch Altschuller [Alts84] beschreibt ein System zur Überwindung von Widersprüchen. Als wesentlichen Ansatz unterstützt er die Übertragung bekannter Lösungen aus anderen Disziplinen durch Analogie. Linde [Lind93] ergänzt diese durch klassische Methoden zur Lösungssuche aus der Konstruktionsmethodik [z.B. Koll85]. Im Rahmen dieser Arbeit kann nicht vertiefend auf diese Methoden eingegangen werden. Es wird daher auf vorhandene Ansätze verwiesen. Einen guten Überblick über diese Planungsbegleitenden Methodeneinsatz bietet [MAP03].

Als eine weitere Möglichkeit zur Unterstützung der Suche nach neuen Lösungen ist hier die Bereitstellung wissensbasierter Konstruktionskataloge zu nennen. Im Rahmen laufender Forschungsprojekte am Institut für Industrielle Bauproduktion [HaKo02] wird zur Zeit untersucht, inwieweit historisches konstruktives Wissen auf heutige Problemstellungen übertragen werden kann und in wieweit sich aus deren Anwendung auf neuartige Problemkontexte neue Lösungsmöglichkeiten ergeben.

Mit den genannten Methoden können verschiedene Planungsalternativen zur Konfliktbewältigung erarbeitet werden. Aus diesen Planungsalternativen wird unter Berücksichtigung der vorhandenen inhaltlichen Wechselwirkungen und Prioritäten die Planungsvariante ausgewählt, welche aus ganzheitlicher Sicht am besten den Zielsetzungen entspricht. Als methodisches Hilfsmittel zur Alternativenwahl kann z.B. die in Abschnitt 4.3.3.6 beschriebene Nutzwertanalyse angewandt werden. Die Entscheidungsvorbereitung und das eigentliche Treffen der Entscheidung zur Auswahl der Lösungsalternative wird in der Regel von unterschiedlichen Personen und auf unterschiedlichen Hierarchieebenen durchgeführt. Im Abschnitt 4.3.3.6 wird ein Konzept zur zielorientierten Bewertung von Planungslösungen vorgestellt.

Zielkonfliktbewältigung mittels Priorisierung

Eine weitere Möglichkeit zur Auflösung von Zielkonflikten ist das Festschreiben von Prioritäten, welche ein Erkennen der relativen Wertigkeit zweier Anforderungen oder Ziele und eine Abbildung von Wertstaffelungen ermöglicht. Diese Prioritäten dienen bei Zielkonkurrenz als Grundlage des Abwägens bezüglich einer Zielanpassung. Das Festlegung der Zielpriorität erleichtert

zudem die Handhabung der Ziele und die zielorientierte Planung im Rahmen des Zielcontrollings [BoZe04]. In Anlehnung an Roth [Roth00] werden die Zielprioritäten über ein Einteilung in drei Werteklassen abgebildet:

- **Festforderungen** müssen auf jeden Fall (innerhalb einer gewissen Toleranz) erreicht werden. Beispiele hierzu sind Forderungen aus planungsbestimmenden Normen oder Vorschriften, wie z.B. der Bebauungsplan.
- Bei **Zielforderungen** soll die Ausprägung eines entsprechenden Anforderungsmerkmals einer festgelegten Zielgröße so nah wie möglich kommen.
- **Wunschforderungen** sind technisch und wirtschaftlich nicht unbedingt notwendig, erhöhen aber die Zufriedenheit des Bauherrn bzw. Nutzers. Sie stellen sogenannte „nice to have"-Kriterien dar.

Um bei der Handhabung und Bewertung detaillierterer Anforderungen eine präzisere Bewertung ermöglichen zu können, kann diese übergeordnete Einteilung in eine Werteskala von eins bis zehn überführt werden.

Wunschforderung	Zielforderung	Festforderung
1 2 3	4 5 6 7	8 9 10

Abbildung 4.3-24: Werteskala zur Festlegung von Zielprioritäten

Bei bestehenden Zielkonflikten kann aufgrund der Wertigkeit der betroffenen Anforderungen entschieden werden, bei welcher Anforderung schlechtere Lösungswerte akzeptiert werden können oder wo eine Anpassung der anzustrebenden Sollwerte vorgenommen werden soll. Die Ziel- und Anforderungsanpassungen ist dabei immer bei denjenigen Anforderungen vorzunehmen, bei denen aufgrund niedrigerer Priorität eine Lockerung der Sollwerte das Gesamtergebnis möglichst wenig negativ beeinflusst. Das Vorgehen bei der Anpassung des Anforderungssystems, welches auch die Kenntnisse der Planer mit einbindet, wird in Abschnitt 4.3.4.5 beschrieben. Bei der Anpassung der Anforderungen ist allerdings auch bei „unwichtigen" Anforderungen zu prüfen, ob diese nicht in einer inhaltlichen Wechselwirkung mit Festforderung stehen. Besteht so z.B. eine Mittel-Zweck-Beziehung von einer Wunschforderung zu einer Festforderung, so muss auch die weniger wichtige Wunschforderung erfüllt werden, da sie Voraussetzung zur Erfüllung der Festforderung ist. Diese Wechselwirkungen werden daher dem Zielplanungsteam bei der Zielanpassung entsprechend transparent gemacht, indem sie im Anforderungsdokument explizit abgebildet werden. In Abschnitt 4.3.4.4.1 wird auf diese Relationen genauer eingegangen.

4.3.3.6 Zielorientierte Bewertung von Planungslösungen

Der Verlauf der Objektplanung ist geprägt durch eine Vielzahl an Auswahl, Bewertungs- und Entscheidungsprozessen. Wenn diese rational begründet sein sollen, so müssen sie sich an einer bestimmten Zielsetzung orientieren. Eine wichtige Aufgabe der Planung ist somit die bestmögliche Erfüllung des vorgegebenen Zielsystems. Hierzu ist eine Beurteilung der Planungslösungen und eine hierauf aufbauende Entscheidung hinsichtlich des weiteren Planungsvorgehens aus der Sicht der Zielerfüllung unerlässlich. Mittels der Durchführung solcher **Bewertungs- und Entscheidungsprozessen** kann der Planungsprozess entsprechend anforderungsorientiert gelenkt werden. Der Schwerpunkt der im weiteren beschriebenen Konzepte liegt auf der Unterstützung einer anforderungsorientierten Rückkopplung von Ergebnissen aus der Planung mit Hilfe von Bewertungsmethoden und Werkzeugen.

Bewertung bedeutet die Gegenüberstellung des Planungsobjektes im Ist- und Sollzustand. Die Sollvorgaben liefert das Ziel- und Anforderungssystem. Die Validierungswerkzeuge und Methoden, wie z.B. die Simulationswerkzeuge, liefern eine Beschreibung des aktuellen Planungsergebnisses (Ist-Wert) in bewertbarer Form anhand vorgegebener Bewertungskriterien, so dass eine Rückkopplung der Ergebnisse in den Planungsprozess stattfinden kann. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Zusammenhang.

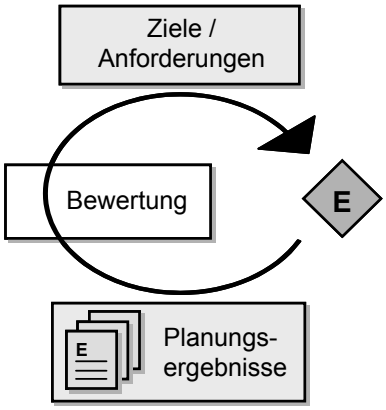


Abbildung 4.3-25: Anforderungsorientierter Regelmechanismus

Nach der DIN-Richtlinie 69901 „Projektmanagement“ wird die strukturierte Entscheidung durch den Gegenstand der Entscheidung, der Einordnung in den Projektablauf und den Prozess der Entscheidungsfindung beschrieben [DIN 69901]. Detaillierte und begründete Aussagen über eine getroffene Entscheidung in der Produktentwicklung können so nachvollziehbar gemacht werden. Der Gegenstand der Entscheidung wird mittels des spezifizierten Beziehungswissens im semantischen Netz (vgl. Abschnitt 4.1.3) und den in Abschnitt 4.3.3.5.1 beschriebenen Klassifizierungskriterien bzgl. des thematischen Kontextes der Problemstellung beschrieben, so dass eine eindeutige Zuordnung zu ausgewählten Bezugsobjekten und funktionalen Zusammenhängen erreicht wird.

4.3.3.6.1 Einbindung der Bewertung in den Planungsprozess

Die Einordnung der Bewertungsprozesse in den Projektablauf geschieht durch eine Unterstützung verschiedener Entscheidungsebenen. Die Entscheidungsprozesse werden hierzu, wie die folgende Abbildung verdeutlicht, in ein entscheidungsbasiertes Prozessmodell integriert (vgl. Kapitel 4.5.3).

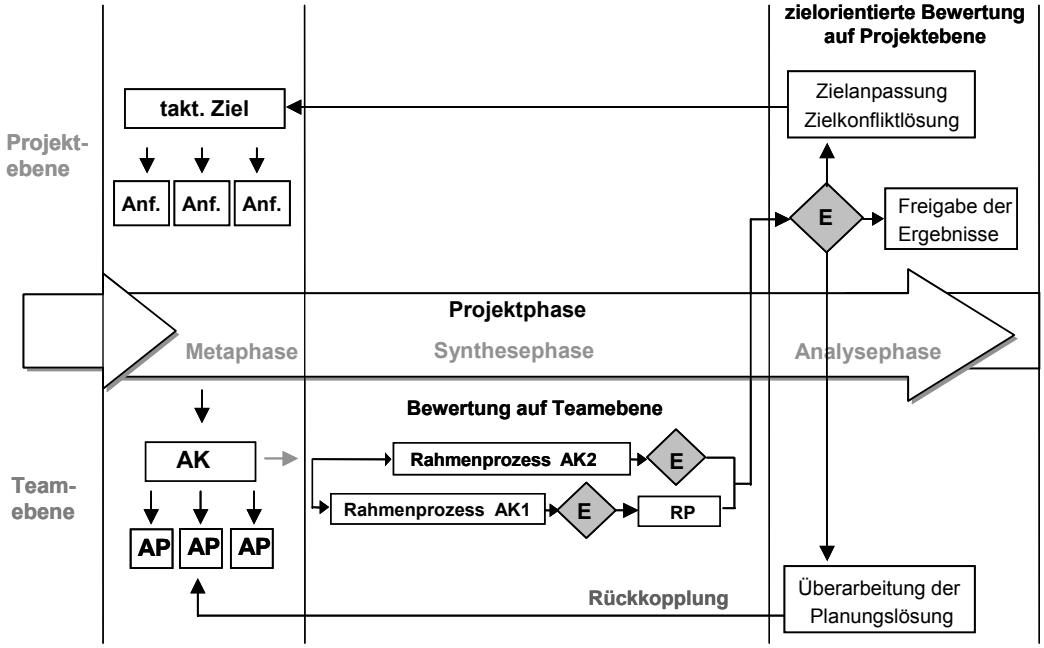


Abbildung 4.3-26: Integration der Entscheidungsebenen ins Prozessmodell

Bezugnehmend auf den zweischichtigen organisatorischen Ansatz sind zwei Entscheidungsebenen vorgesehen:

- **Projektebene**: Gesamtheitliche teamübergreifende Bewertung der Planungsergebnisse zum Ende einer Planungsphase
- **Teamebene**: Bewertung der Ergebnisse von Aufgabenkomplexen (AK), welche innerhalb eines teamorientierten Rahmenprozesses erstellt werden

Die Entscheidungs- und Bewertungsprozesse sind gekoppelt – je nach Entscheidungsebene – an die Freigabemechanismen der Prozesse bzw. der Phasen. Mit der Konzeption dieser Prozesstati wird die Abbildung eines iterativen Problemlösungszyklus möglich, da über die Einbeziehung von Freigabemechanismen die Integration von Entscheidungsprozessen in den Planungsprozess und die Rückkopplung zur Überarbeitung der Planungsergebnisse ermöglicht wird.

Wie in Kapitel 4.5.3.2 beschrieben, erhält der Prozess, in welchem die Ergebnisse erarbeitet werden, nach Erstellung der Planungslösung zunächst den Status „abgeschlossen“. Nun be-

ginnt der Bewertungsprozess: Entsprechen die Ergebnisse den an sie gestellten Zielen und Anforderungen, so wechselt der Status des Prozesses zu „freigegeben“. Ansonsten wechselt der Prozess in den Status „Überarbeitung“ und es werden die notwendigen Konzeptanpassungen vorgenommen. Nach Freigabe aller Planungslösungen auf Teamebene wird vor Phasenende ein übergeordneter Bewertungsprozess auf Projektebene durchgeführt (vgl. ebenfalls Abbildung 4.3-26). Hier wird untersucht, ob die einzelnen, in den Teams erarbeiteten Ergebnisse auch in ihrer Synthese zu einem Gesamtergebnis den gesetzten Zielen entsprechen. Dazu wird in der sogenannten *Analysephase* im Rahmen von teamübergreifenden Entscheidungsprozessen überprüft, ob die erarbeiteten Planungsergebnisse ein den Anforderungen, taktische Zielen des Projektes und den in den operativen Planungspaketen beschriebenen Handlungszielen der Phase entsprechendes Gesamtergebnis darstellen und im Sinne einer **Referenzkonfiguration** als Grundlage der nächsten Phase dienen können. Damit soll sichergestellt werden, dass die nachfolgenden Phasen auf den Ergebnissen der vorangehenden aufbaut und nicht weitere, neue Grundsatzvarianten entstehen.

Sind die erarbeiteten Ergebnisse nicht als Grundlage der weiterführenden Arbeiten geeignet, so findet im Rahmen eines Iterationszyklus eine Konzeptanpassung bzw. **Zielkonfliktlösung** statt. In Kapitel 4.5.3.2 werden hierzu je nach Bewertungsergebnis unterschiedliche Handlungsalternativen beschrieben. Parallel zu dieser Prüfung und Überarbeitung der Planungsergebnisse, in der die offenen Problemstellungen und Zielkonflikte bekannt sind, wird im Rahmen einer **Phasenüberlappung** bereits damit begonnen, die nächste Projektphase vorzubereiten. Die Erarbeitung von weiterführenden Planungsschritten kann so auf Grundlage des Bewertungsergebnisse erfolgen. Die Dokumentation der Bewertungs- und Entscheidungsprozesse in sogenannten **Bewertungsdokumenten** ermöglicht die Nachvollziehbarkeit des Planungsweges und kann in nachfolgenden Projekten als wissensbasierte Informationsbasis als Entscheidungshilfe herangezogen werden.

Entsprechend der jeweiligen Entscheidungsebene orientiert sich die **Entscheidungsbefugnis** dabei an den in 4.4.3.3 beschriebenen organisatorischen Rollen. Auf Teamebene bindet die Bewertung alle Teammitglieder ein. Die letztendliche Entscheidung und Verantwortlichkeit obliegt der Teammanagementrolle „inhaltliche Koordination“. Auf Projekt- bzw. Phasenebene wird das Managementteam „inhaltliche Koordination“, in welches die inhaltlichen Koordinatoren aller Planungsteams eingebunden sind, mit der Bewertung der gesamten Phasenergebnisse betraut. Die letztendliche Entscheidungsbefugnis liegt in diesem Fall bei der Projektmanagementrolle „inhaltliche Koordination“. Eine genaue Erläuterung dieser Projektrollen erfolgt im Kapitel des Organisationsmodells (4.4).

4.3.3.6.2 Vorgehensschritte bei der zielorientierten Bewertung

Die Initiierung des Bewertungsprozesses geschieht auf Teamebene über einen Statuswechsel des teambezogenen Rahmenprozesses. Bewertungsgrundlage stellt dabei, wie folgende Abbildung 4.3-27 zeigt, die im Rahmen dieses Prozesses bearbeitete Aufgabenstellung (der sogenannte Aufgabenkomplex) sowie die prozessorientiert erarbeiteten Aufgabenergebnisse

dar. Das konkrete Vorgehen bei der zielorientierten Bewertung und Entscheidungsfindung untergliedert sich dabei in die folgenden Schritte:

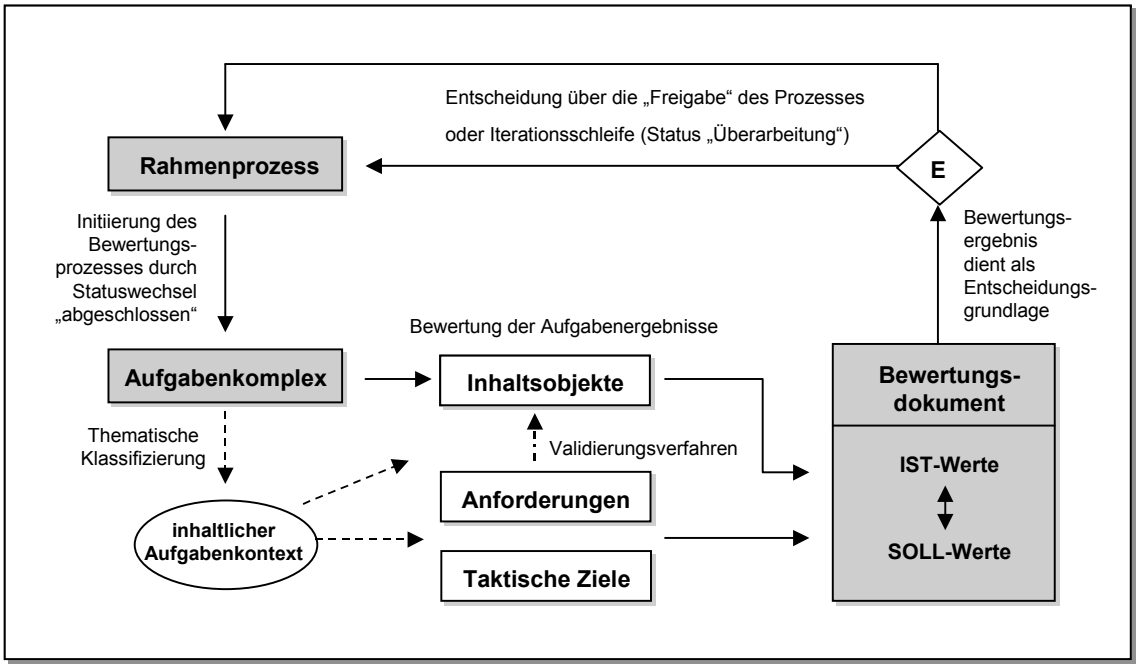


Abbildung 4.3-27: Vorgehen bei der zielorientierten Bewertung

1. Zusammenstellung und Aufbereitung der für den Bewertungsprozess relevanten Informationsgrundlage (Planungslösungen und Sollwerte).
2. Bewertungsprozess mit der Gegenüberstellung von Soll- und Istwerten
3. Entscheidungsfindung über das weitere Planungsvorgehen auf Grundlage der Bewertungsergebnisse

Zusammenstellen und Aufbereiten der Bewertungsgrundlagen

Zunächst erfolgt eine Aufbereitung und Zusammenstellung der für den Bewertungsprozess relevanten Ist-Werte und Soll-Werte. Die **Soll-Werte** liefert der Aufgabenkomplex mit der Beschreibung der eigentlichen Aufgabenstellung und Angaben zur Lösungsdokumentation sowie das Ziel- und Anforderungssystem. Die Auswahl der aufgabenrelevanten Zielsetzungen geschieht entsprechend der jeweiligen thematischen Klassifizierung des Aufgabenkomplexes, da sich hierüber der inhaltliche Problemkontext spezifizieren lässt. Soll z.B. die energetische Qualität der Fassade bewertet werden, so werden sämtliche Anforderungen sowohl hinsichtlich des Bezugsobjektes „Fassade“ zusammengestellt als auch hinsichtlich der übergeordneten Gebäudefunktion „Wärmetransmission“. Damit kann der Zugriff auch auf funktionale, bauteilübergeordnete Informationen ermöglich.

Die **Ist-Werte**, also die aufgabenbezogenen Planungslösungen, werden über sogenannte *Inhaltsobjekte* (vgl. Kapitel 4.6.3.1) repräsentiert. Diese Planungslösungen sind zum Teil auf sehr unterschiedliche Art und Weise dokumentiert. Sie müssen daher zunächst entsprechend aufbe-

reitet werden, um als objektive Entscheidungsgrundlage dienen zu können. Viele Informationen liegen dabei in den Inhaltsobjekten nur implizit vor und müssen durch entsprechende Validierungsverfahren explizit gemacht werden. Das heißt, es müssen die Kriterien bzw. Merkmale aus den Planungslösungen herausgefiltert werden, welche als Sollwert in der Anforderung spezifiziert wurden, um einen direkten und normierten Kriterien-Vergleich gewährleisten zu können. Ein Beispiel ist z.B. die Abbildung der Planungsergebnisse in einem CAD-Plan. Möchte man die hierin beschriebene Planungslösung hinsichtlich energetischer Anforderungen überprüfen, so müssen die CAD-Daten erst entsprechend überarbeitet und aufbereitet werden.

Hierzu wird ein sogenannter *Werkzeugkasten* zur Verfügung gestellt, in welchem neben Planungsmethoden, wie z.B. die Funktionsanalyse (vgl. Kapitel 4.7), und der Beschreibungen von EDV-Werkzeugen, die im Bewertungsprozess zu nutzenden **Validierungsverfahren** verwaltet werden. Diese den Anforderungen zugeordneten Validierungsverfahren und Werkzeuge ermöglichen nun ein Herausfiltern der für die Bewertung notwendigen Kriterien aus komplexen Informationsobjekten. In unserem Beispiel wäre dies z.B. die Anwendung eines Werkzeuges zur energetischen Simulation, welches den konkreten Energiebedarf eines Objektes als normiertes Bewertungskriterium liefert. Die Kopplung von Validierungsverfahren und Bewertungskriterien ermöglicht einen objektiven Vergleich verschiedener Planungsergebnisse.

Der Bewertungsprozess

Liegen die Planungsergebnisse in bewertbarer Form vor, so können nun dem Bewertungskontext entsprechende Sichten erstellt werden, in welchen die entscheidungsrelevanten aufbereiteten Ist-Daten den Anforderungen und Zielen als Soll-Werte gegenüberstellt sind. Hiermit wird die zur Bewertung notwendige Informationsbasis geschaffen.

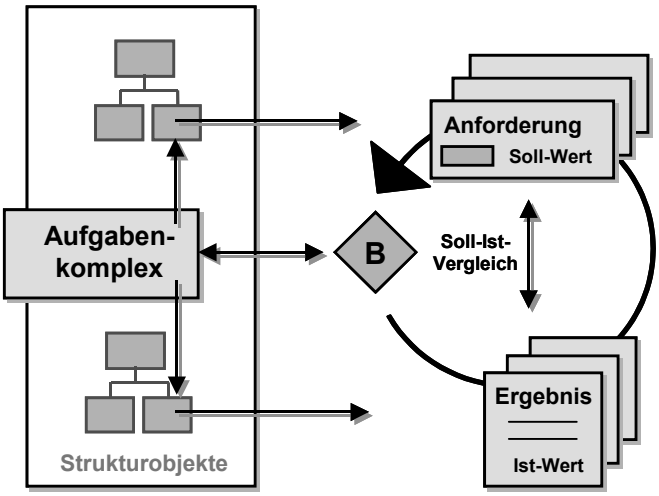


Abbildung 4.3-28: Erschließung entscheidungsrelevanter Informationen

Entsprechend der Vielfalt an Zielfaktoren gibt es verschiedenartige Bewertungsverfahren. Problematisch wird eine objektive Beurteilung bei nicht oder nur bedingt quantifizierbaren Zielfaktoren (Imponderabilien [vgl. AnGH99]), die oft nur auf subjektiver Basis beurteilt werden können.

Hier kann ein Skalensystem erarbeitet werden, anhand dessen auch qualitative Kriterien vergleichbar gemacht werden können.

Entsprechend dem ganzheitlichen Ansatz einer integrierten Planung wird die Einbindung von Fachwissen aller problemrelevanten Fachdomänen in den Bewertungsprozess ermöglicht. Der Prozess der Entscheidungsfindung ist so geprägt durch die intensive Zusammenarbeit der beteiligten Planungspartner und findet entsprechend dem in Kapitel 4.4.3.2 beschriebenen teamorientierten Ansatz kooperativ statt.

Hierzu wird ein **Bewertungsdokument** erstellt, welches später als Grundlage der Entscheidungsfindung dient. Alle Teammitglieder können hierüber auf die notwendigen Informationsgrundlagen zugreifen und sich ein Bild von der Bewertungssituation und dem Problemkontext machen. Hier werden auch die bisher aufgedeckten problemrelevanten Zielkonflikte aufgezeigt. Die einzelnen Teammitglieder geben zunächst eine Beurteilung in textueller Form ab, welche bei der späteren Entscheidung als Diskussionsgrundlage dient.

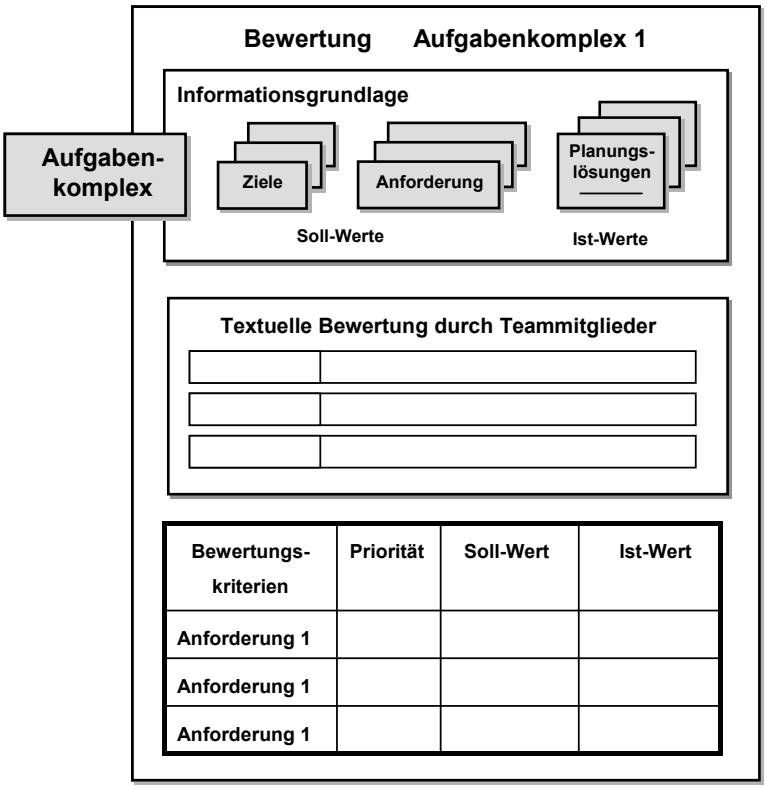


Abbildung 4.3-29: Aufbau des Bewertungsdokumentes

Im Bewertungsdokument sind die einzelnen problemrelevanten Bewertungskriterien (Sammlung der Objektanforderungen mit Soll-Merkmalen) mit den geforderten Ausprägungen sowie mit entsprechenden Prioritäten abgebildet, so dass ein objektiveres Abwägen und Bewerten in Hinblick auf eine optimale Gesamtlösung ermöglicht wird. Für die einzelnen Kriterien kann sodann der Ist-Wert als konkrete Ausprägung des Merkmals eingetragen werden. Anhand eines Soll-Ist-Vergleichs kann sodann der jeweilige **Grad der Zielerreichung** abgeleitet werden.

Liegen unterschiedliche Planungsalternativen vor, so gestaltet sich der Bewertungsprozess als relativer Vergleich der Varianten. Hier kann als methodisches Hilfsmittel die Nutzwertanalyse angewandt werden. Das dabei anzuwendende Vorgehen wird im folgenden Abschnitt kurz erläutert:

Die **Nutzwertanalyse** [vgl. VDI 2225] ist ein systematisches Verfahren zur Bewertung, bei welchem den zur Bewertung relevanten Eigenschaften der Planungslösung durch Vergleiche mit festzulegenden Skalen Werte zugeordnet werden. Allgemein kann sie immer dann angewendet werden, wenn verschiedene Lösungsalternativen zu beurteilen sind. Dies können z.B. auch Konzeptalternativen sein. Die Durchführung einer Nutzwertanalyse umfasst, aufbauend auf der erläuterten Spezifikation des Ziel- und Anforderungssystems folgende Arbeitsschritte [Liel92]:

1. Beschreibung der Alternativen
   Zunächst erfolgt die Skalierung der Bewertungskriterien. Damit später eine einheitliche Punktvergabe möglich ist, ist es sinnvoll, für alle Eigenschaften die gleiche Anzahl an Ausprägungen zu wählen (etwa 5 bis 7 Klassen). Die Kriterien lassen sich mit ihre Ausprägungsmöglichkeiten in einer Checkliste festhalten.

2. Bewertung der Alternativen
   Im zweiten Schritt werden die aus den Zielen und Anforderungen abgeleiteten Kriterien gewichtet, d.h. entsprechend ihrem Einfluss auf den Gesamtnutzen eines Objektes werden für die Merkmale Gewichtungsfaktoren bestimmt. Diese Gewichtungen entsprechen den Prioritäten der relevanten Anforderungen. Nun ordnet man den einzelnen Stufen der Bewertungsskala Punkte (Teilnutzwerte) zu. Bei messbaren Eigenschaftsausprägungen kann dies durch eine Teilnutzfunktion und eine Skalierung der Wertausprägungen und bei qualitativen Kriterien mittels einer Wertetabelle geschehen. Jede alternativ zur Wahl stehende Lösungsvariante wird nun anhand der festgelegten Kriterien bewertet. Da eine derartige Bewertung nicht immer ganz einfach ist, kann jeweils eine pessimistische, eine bestmöglich mittlere sowie eine optimistische Bewertung vorgenommen werden. Auf diese Weise ist es möglich, den Bereich, in dem die Nutzwerte liegen können, abzugrenzen und so einen Einblick in das Entscheidungsrisiko zu erhalten.

3. Wertsynthese und Rangfolgenbildung
   Für die Wertsynthese und Rangfolgenbildung im dritten Schritt können die Punkte additiv oder multiplikativ miteinander verknüpft werden. Bei der additiven Verknüpfung werden die Punkte mit den Gewichtungsfaktoren der Merkmale multipliziert und diese gewichteten Teilnutzwerte über alle Merkmale zum Nutzwert des jeweiligen Produktvorschlages summiert. Im Gegensatz dazu werden die gewichteten Teilnutzwerte bei der multiplikativen Verknüpfung zum Gesamtnutzwert des jeweiligen Produktvorschlages multipliziert. Die additive Vorgehensweise wird gewählt, wenn die Kriterien stark unterschiedliches Gewicht aufweisen. Die multiplikative Verknüpfung wird dagegen bevorzugt, wenn Produkte mit ausgewogenem Profil erwünscht sind.

Das folgende vereinfachte Beispiel soll das Prinzip noch einmal verdeutlichen.

Bewertungskriterien		Variante 1		Variante 2		Variante 3	
	GW	EG	NW	EG	NW	EG	NW
Einfachheit	3	1	3	3	9	4	12
Raumbedarf	3	2	6	3	9	4	12
Baukosten	2	2	4	4	8	4	8
Flexibilität	4	2	8	3	12	1	4
gestalterische. Qualität	4	4	16	3	12	4	16
Gesamt-nutzwert	∑NW	37		50		52	
		GW : Gewichtung NW: Nutzwert EG: Erfüllungsgrad					

Abbildung 4.3-30: vereinfachtes Beispiel einer Nutzwertanalyse

Entscheidungsfindung

Ist die Bewertung vollzogen, so wird aufgrund der Bewertungsergebnisse entschieden, ob die Qualität der Planungslösung(en) ausreicht, um als Grundlage der weiteren Planungsarbeit freigegeben werden zu können. Abbildung 4.3-27 verdeutlicht diesen entscheidungsbasierten Statuswechsel. Im Falle der Freigabe der Aufgabenergebnisse erfolgt ein Statuswechsel des Rahmenprozesses in „freigegeben“. Bestehen Probleme hinsichtlich der Zielerreichung oder Zielkonflikte, so werden, wie im Abschnitt 4.3.3.5 der Zielkonfliktbewältigung, beschrieben, entweder die Planungslösung im Rahmen eines Iterationszyklus weiter optimiert (der Status des Rahmenprozesse wechselt hierzu aus „in Überarbeitung“) oder es kommt zu einer entsprechenden Anpassung der Ziele und Anforderungen als Sollvorgaben. Das entsprechende Vorgehen zur Anpassung des Zielsystems wird in Abschnitt 4.3.4.5 detailliert erläutert.

Die Bewertung der Planungslösungen findet kooperativ statt, wobei die letztendliche Entscheidungsbefugnis über die Freigabe der Aufgabenstellung und damit des Rahmenprozesses der Projektmanagementrolle „inhaltliche Koordination“ obliegt. Aus Gründen der terminlichen Koordination geschieht dies in Absprache mit der Projektmanagementrolle „Planung + Steuerung“.

Anmerkung: *Das Thema zielorientierter Bewertungs- und Entscheidungsprozesse kann im Rahmen dieser Arbeit nur in einer beschränkten Tiefe behandelt werden. Bezüglich eines detaillierteren Konzeptes zum Thema Entscheidungsfindung und Do-*

kumentation sei hier auf den Forschungsschwerpunkt Informationslogistik [Info00] verwiesen. Hier wurden Konzepte und Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung in branchenübergreifenden Kooperationen durch multimodale Protokollierung von Arbeits- und Kommunikationsprozessen entwickelt. Weiterführende Konzepte und Werkzeuge zum ganzheitlichen Zielcontrolling werden zur Zeit im Rahmen des Projektes LuZie [BoSi01] erarbeitet.

4.3.3.7 Datenschema des Teilmodells

Im folgenden Abschnitt werden die Elemente des Teilmodells (Ziele, Anforderungen und Planungsinhalte) noch einmal zusammenfassend mit ihrer Vernetzung dargestellt. Abbildung 4.3-31 zeigt den Aufbau des Teilmodells mit seinen Elementen, ihre interne Vernetzung sowie die Einbindung in das gesamte Projektmodell über die Kopplung mit den übrigen Teilmodellen. Die Darstellung ist an die Formalisierung des Entity Relationship Models (vgl. Abschnitt 2.2.4.1) angelehnt. Anhand der folgenden Abbildung werden zum eine die Überführungsrelationen der Zielebenen deutlich und zum anderen die Hierarchie des Aufgabensystems. Eine Verknüpfung mit dem Prozessmodell dient der zeitlichen Koordination der Aufgabenbearbeitung. Über diese Zuordnung von Prozessen zur Aufgabenbearbeitung wird zudem die Zuordnung der Planungsinhalte zu den zuständigen organisatorischen Einheiten ermöglicht. Die einzelnen Elementklassen weisen zudem, wie angedeutet, eine klasseninterne Struktur auf.

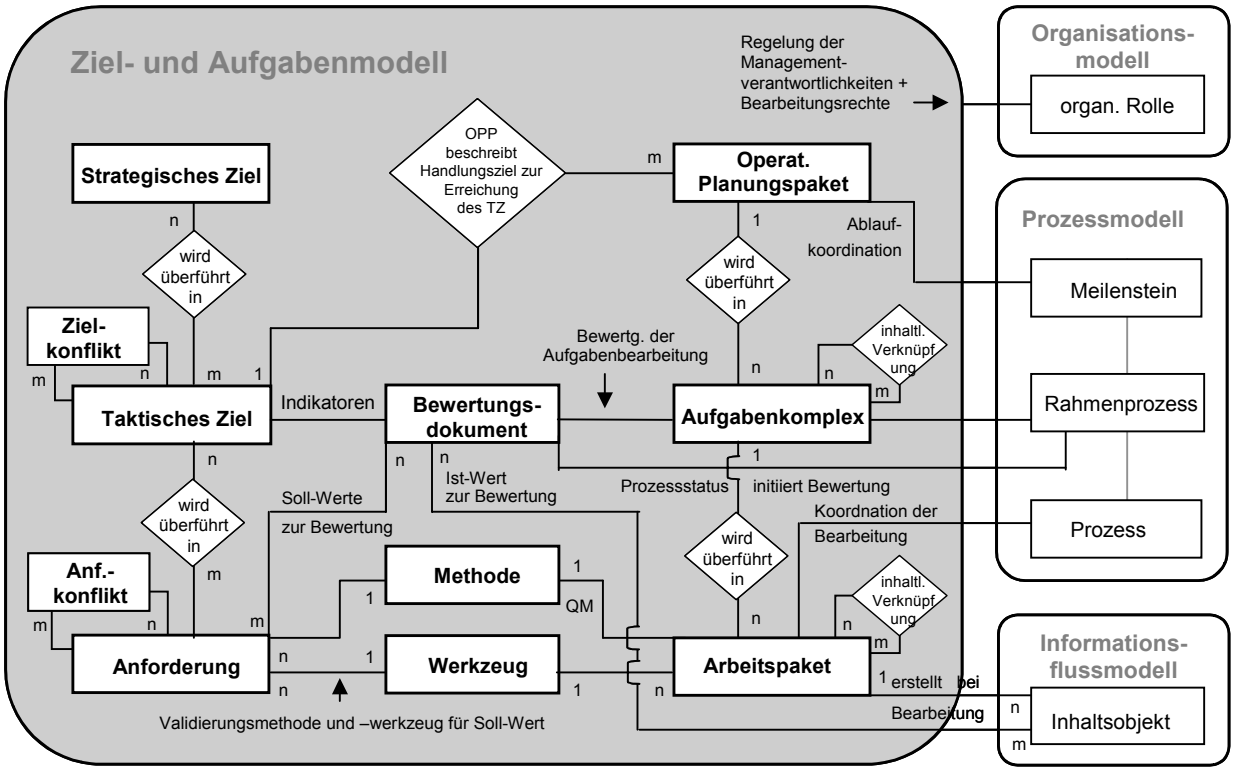


Abbildung 4.3-31: Elemente und Struktur des Teilmodells

Das Entity Relationship Model zeigt zudem die zur zielorientierten Bewertung der Aufgabenstellungen genutzten Bewertungsdokumente, über die eine Gegenüberstellung von Soll- und Istwerten ermöglicht wird. Eine Validierung der erarbeiteten Planungslösungen mit den in den Anforderungen spezifizierten Validierungsmethoden ermöglicht hier eine normierte Beurteilung der Zielerfüllung. Eine Bereitstellung entsprechender Werkzeuge und Methoden bietet zudem entsprechende methodische und technische Hilfestellung bei der eigentlichen Aufgabebearbeitung.

4.3.3.7.1 Elementspezifikation

Die verschiedenen Elemente des Teilmodells (Ziele, Anforderungen und Aufgaben) werden als eigenständige Informationsobjekte gehandhabt, deren Eigenschaften über zugeordnete Attribute beschrieben werden. Die Attribute dienen neben der eigentlichen Beschreibung des Informationsinhaltes zur besseren Interpretierbarkeit und Einordnung in den Kontext der Projektabwicklung. Sie erleichtern so das Suchen bzw. Auffinden des eigentlichen Informationsobjektes. Für das Teilmodell der Ziele und Aufgaben sind folgende Attributklassen vorgesehen:

- Beschreibung der Inhalte
- Einordnung in Projektkontext
- thematische Klassifikation
- Inhaltliche Verknüpfungen
- Management und Koordination
- Verwaltungsinformationen

Die Attributklasse **Inhalte** dient zur genauen Beschreibung des Elementes an sich bzw. seines Inhaltes. Hier findet die Spezifikation der Ziel- und Aufgabeninhalte statt, indem konkrete Sollwerte spezifiziert werden können oder Aufgabenstellungen ausformuliert werden. Ergänzt wird dies durch die Möglichkeit zum Anhängen zusätzlicher Informationen als Dateianhang, wie z.B. Skizzen, Beispiele. Hier kann zudem eine mögliche Gewichtung der Ziele und Anforderungen verwaltet werden. Die Attributklasse **Einordnung in den Projektkontext** dient zur Beschreibung des Entstehungs- und Nutzungskontext des Elementes. Hierüber kann z.B. die Herkunft des Elementes oder der Erstellungszweck erläutert werden. Diese Attribute dienen zur besseren Einordnung des Elementes in den Projektablauf. Der Bereich **thematische Klassifikation** dient zur Einbindung des Elementes in den inhaltlichen bzw. thematischen Gesamtzusammenhang der Planung. Hier wird eine Zuordnung zu den zuvor beschriebenen Strukturobjekten (funktionale Aspekte, Bezugsobjekte, Phasen und Nutzungsfunktion) als Klassifizierungskriterien ermöglicht. Zur Erfassung der **inhaltlichen Verknüpfungen** werden präkoordinative Relationen zwischen den Elementen des Systems abgebildet. Diese ergeben sich z.B. aus der direkten Ableitung eines Elementes aus einem anderen im Sinne einer Bestandsrelation oder im Rahmen der Abbildung von Zielkonflikten. Unter dem Punkt **Management und Koordination** werden die Zusatzinformationen verwaltet, welche im Rahmen des Projektmanagements zur Koordination und Handhabung des Elementes dienen. Hierzu zählen z.B. Informationen über den Bearbeitungsstatus von Aufgabenstellungen, die Festlegung des zuständigen Bearbeiters

sowie Fertigstellungstermine. **Verwaltungs-informationen** dienen der besseren Handhabung der Elemente. Hier werden z.B. der Elementersteller, die Elementhistorie sowie die Freigabestati verwaltet.

Diese Attributklassen werden für jedes Element des Teilmodells spezifisch ausgestaltet. Eine detaillierte Darstellung der konkreten elementspezifischen Attribute der verschiedenen Elemente des Teilsystems erfolgt aus Gründen der Übersichtlichkeit im Anhang in Tabellenform.

4.3.4 Vorgehen bei der Ziel- und Anforderungsplanung

Die grundlegende Planung des Projektes findet in der strategischen Planungsphase statt. Wie in Kapitel 4.1.4 beschrieben, erfolgt hier die Definition des Planungsrahmens mit der Erarbeitung der übergeordneten Projektziele, welche die inhaltliche Ausrichtung des Projektes festlegen. Zudem wird mit der Bildung von Planungsphasen und Meilensteinplänen ein vorgehenslogischer Rahmen für die Projektdurchführung geschaffen. Bezüglich der Zielplanung ergeben sich in der strategischen Phase folgende Arbeitsschritte:

- Analyse des Projektumfeldes und Erarbeitung der strategischen Ziele
- Festlegen des Projektnutzens (Output) und Entwicklung der taktischen Ziele des Projektes
- Festlegen der Leistungsmerkmale über Projektanforderungen
- Phasenbildung und Festlegen der groben operativen Planungsinhalte

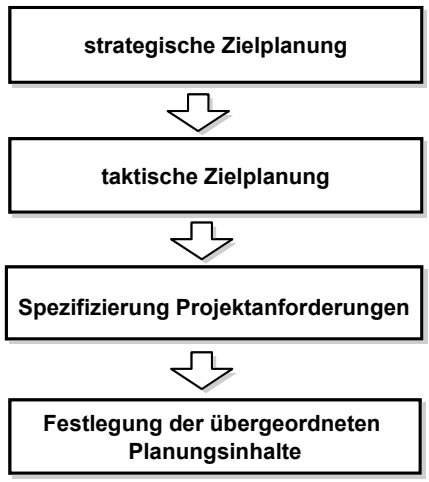


Abbildung 4.3-32: Zielplanung in der strategischen Phase

Da viele Ziele erst während des Projektverlaufes genauer konkretisiert werden können, wird das Zielsystem dynamisch erweitert und detailliert. Hierzu wird in der strategischen Projektphase zunächst ein grobes Zielkonzept erstellt, das phasenweise um weitere Zielebenen konkretisiert wird, indem die Ziele, wie Abbildung 4.3-33 zeigt, von einer Ebene in eine untergeordnete z.B. im Sinne einer Mittel-Zweck-Beziehung überführt werden. So werden aus den Zielen konkrete Anforderungen und Aufgaben abgeleitet.

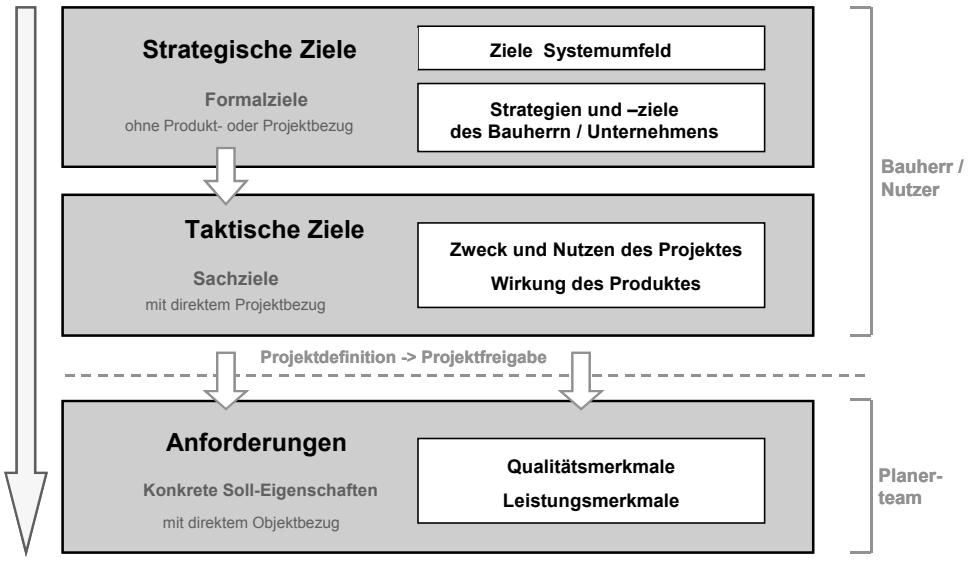


Abbildung 4.3-33: Vorgehen bei der Ableitung der Zielebenen

Die **Konkretisierung und Quantifizierung der Teilziele** für die einzelnen Projektphasen erfolgt im Planungsverlauf vor Beginn der jeweiligen Phase unter Berücksichtigung der aktuellen Kenntnisse. Hierzu wird die Einbindung dieser Zielplanungsprozesse in ein entsprechendes *Prozessmodell* (vgl. Abbildung 4.5-5) unterstützt.

Veränderte Randbedingungen des Projektes oder bereits erarbeitete Projektergebnisse können im Rahmen des Zielcontrolling eine Überarbeitung bereits definierter Ziele erforderlich machen. Diese Anpassung einzelner Teilziele geschieht unter Berücksichtigung ihrer inhaltlichen Wechselwirkungen und den gesetzten Prioritäten. Bezugnehmend auf die Ansätze einer ganzheitlichen Projektplanung (vgl. Kapitel 4.1.4) wird im folgenden Kapitel ein phasenorientiertes Vorgehensmodell für die Zielplanung und Anpassung sowie für die Entwicklung der auf Grundlage dieser Ziele abgeleiteten Aufgabenstellungen und Anforderungen vorgestellt. Dieses Vorgehen bei der Zielplanung ordnet sich in das in Kapitel 4.1.4 beschriebene übergeordnete Vorgehensmodell zur Projektplanung ein. Auch in Abbildung 4.1-13 wird verdeutlicht, wie die Tätigkeiten zur Zielerarbeitung und Anpassung in den allgemeinen Projektverlauf integriert werden.

4.3.4.1 Entwicklung der strategischen Ziele

Wie in Kapitel 4.3.3.2.1 beschrieben, dienen die strategischen Ziele zur Abbildung der übergeordneten Zielsetzungen und Wertesysteme der relevanten Beteiligten des Systemumfeldes. Das Vorgehen zur Erarbeitung dieser Zielebene gestaltet sich, wie im weiteren erläutert: Ausgehend von der Problemerfassung kommt es im Projektvorfeld (Phase der strategischen Projektplanung) zur Entwicklung einer ersten, meist noch recht unpräzise formulierten **Projektidee**. Sie beruht auf einem entstandenen Bedarf und auf vorhandenen Möglichkeiten und läuft auf eine erste Zielvorstellung hinaus. Die Projektidee muss von den zuständigen Stellen als relevant anerkannt werden und für die nähere Durchleuchtung und Zielplanung freigegeben werden. Zur Beurteilung der Projektidee sind eine Klarstellung der Problematik, eine Untersuchung

des Umfeldes und die Abklärung der verschiedenen Gegebenheiten und Einflussfaktoren erforderlich. Dies erfolgt im Rahmen einer **Situationsanalyse** und führt zur eigentlichen Zielformulierung.

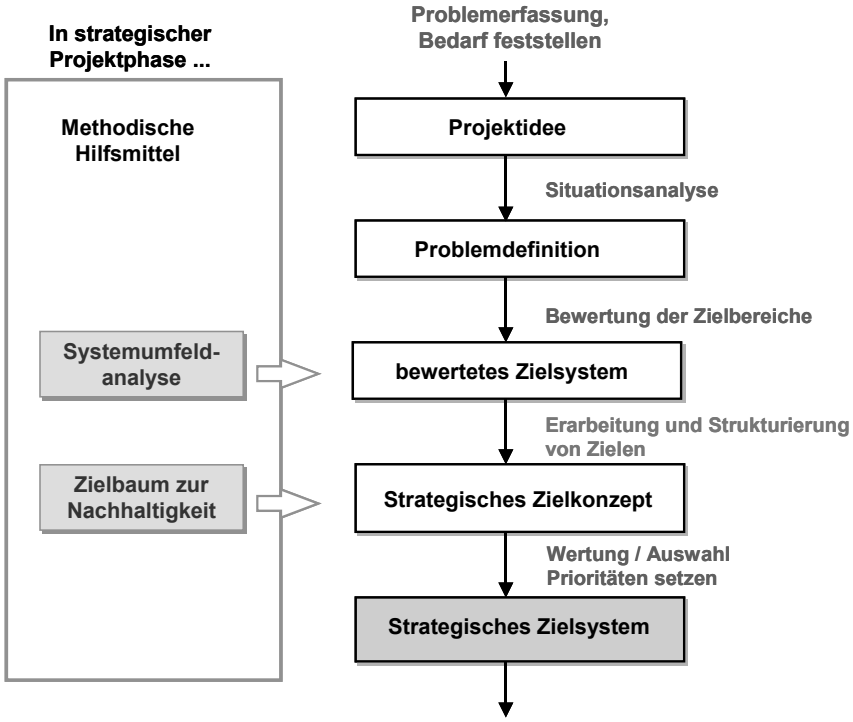


Abbildung 4.3-34: Vorgehen bei der Erarbeitung der strategischen Ziele

Bei der hierauf folgenden Zielformulierung geht es um die Durchführung einer methodischen **Systemumfeldanalyse** mit der Identifizierung der relevanten Bezugssysteme und betroffenen Gruppen. Diese Analyse dient zum Auffinden der Bereiche des übergeordneten Systems, aus denen sich Ziele und Anforderungen herleiten lassen. Wie Abbildung 4.3-34 zeigt, werden dazu die unterschiedlichen für dieses Projekt relevanten thematischen Bereiche der Bezugssysteme entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet (Prioritäten). Im Mittelpunkt dieser Analyse steht das Produkt, das selbst Wirkung ausübt und auf das die Umgebung zurückwirkt. Die identifizierten Bezugssysteme werden in diesem Zusammenhang hinsichtlich ihrer Ansprüche und Wertesysteme analysiert. Die genaue Erläuterung der Systemumfeldanalyse erfolgt in Abschnitt 4.3.4.6. Erst nach dieser umfassenden Diagnose und Situationsanalyse wird eine genauere **Problemdefinition** möglich. Dabei wird die ursprüngliche unscharfe Zielvorstellung zu einem ersten **Zielkonzept**, bestehend aus verschiedenen strategischen Zielfaktoren, weiterentwickelt. In Abstimmung mit dem übergeordneten System werden dabei die projektrelevanten Zielfaktoren ermittelt. Als ein weiteres Hilfsmittel zur Erarbeitung der relevanten Ziele kann eine Matrix mit Zieldimensionen der Nachhaltigkeit [PeLe04] genutzt werden. Der in Abschnitt 4.3.4.6.2 erläuterte Zielbaum für Nachhaltigkeitsziele stellt die verschiedenen Aspekte bzw. Dimensionen der Zielfindung dar. Er dient als eine Art Checkliste zur vollständigen Ermittlung von Zielsetzungen und Parameter des konkreten Projektes.

Die ermittelten Ziele werden sodann bezugnehmend auf das spezifische Wertesystem des Projektes selektiert und bewertet. Durch die Zuordnung der Ziele zu den in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekten wird eine thematische Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Projektes ermöglicht. Die Strukturierung dient zudem dazu, vorhandene inhaltliche Wechselwirkungen zwischen den Zielen aufzudecken. Dabei sollten mögliche Zielkonflikte, wie in Abschnitt 4.3.3.5.3 beschrieben, durch das Setzen von Prioritäten aufgelöst werden.

4.3.4.2 Erarbeitung der taktischen Projektziele

Bei der Erarbeitung der taktischen Ziele (vgl. Abschnitt 4.3.3.2.2) geht es nach erfolgter Identifikation und Analyse der Umgebungssysteme selbst nun um die **Analyse ihrer Schnittstellen** zum System des Planungsgegenstandes bzw. des Projektes. Über diese Wechselwirkungen bei der Kopplung der Systeme kann der anzustrebende Zweck und Nutzen des Planungsgegenstandes gegenüber diesen Umgebungssystemen festgeschrieben werden.

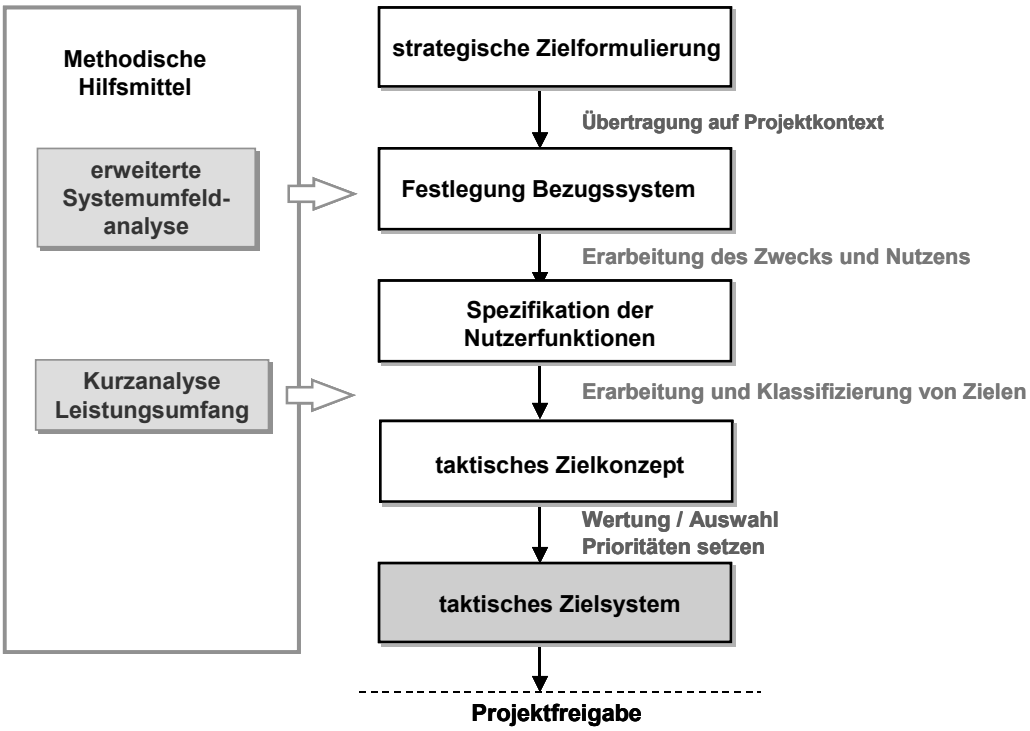


Abbildung 4.3-35: Vorgehen bei der Erarbeitung der taktischen Ziele

Dabei müssen die vorher identifizierten Umgebungssysteme mit ihren strategischen Zielsetzungen im Rahmen einer erweiterten Systemumfeldanalyse mit dem Planungsgegenstand in Relation gesetzt werden (Welche Wechselwirkungen bestehen zwischen Planungsobjekt und Umfeld?). Die Spezifikation dieser Schnittstellen basiert auf einer Analyse der Systemgrößen Materie, Energie, Finanzen und Information als Flussgrößen in erweiterter Form. Die Erarbeitung der Wechselwirkungen mit den Umgebungssystemen erfolgt anhand einer Untersuchung der genannten Flussgrößen in den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen des Produktes, so dass ein

phasenbezogenes dynamisches Zielsystem entsteht, welches den veränderlichen Bedarf an das Produkt über dessen gesamten Lebenszyklus abbildet. Diese **systembezogene Lebenszyklusanalyse** stellt einen wichtigen Schritt bei der Zielplanung dar. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher ein entsprechendes methodisches Konzept zur Durchführung dieser Analyse erarbeitet (siehe Abschnitt 4.3.4.6.) Hierbei wird untersucht, welche Größen den Funktionsträgern des Umgebungssystems vom Objektsystem zuzuführen sind und welche als Output vom Objektsystem wiederum aufgenommen bzw. abgeführt werden sollen. Die in Kapitel 4.2.3.1.1 beschriebene Einteilung von Funktionsklassen, wie Wandlung, Transport und Speicherung helfen bei der Spezifikation. Ein wichtiges Umgebungssystem ist die Gruppe der Nutzer. Als Grundlage zur Ermittlung des Produktnutzens werden daher zunächst die verschiedenen Nutzungsfunktionen ermittelt, mit denen beschrieben wird, welche Funktionen bzw. Tätigkeiten der Nutzer mit Hilfe des Planungsobjektes bzw. im Gebäude ausführen möchte. Versteht man den Zweck des Objektes darin, die Ausführung dieser spezifizierten Nutzungsfunktionen zu ermöglichen, so lässt sich ein Großteil der taktischen Ziele direkt aus diesen identifizierten Nutzungsfunktionen ableiten.

Die ermittelten taktischen Zielfaktoren werden sodann in das Zielsystem eingeordnet, indem über eine Zuordnung zu den genannten Bezugsobjekten eine thematische Klassifizierung vorgenommen wird. Die strategischen Ziele beschreiben die zum Teil subjektiven Wertesysteme der jeweiligen Umgebungssysteme. Im Rahmen der Erarbeitung der taktischen Ziele wird hieraus ein Konsens aller Beteiligten erarbeitet. Durch das Setzen entsprechender Prioritäten können eventuell vorhandene Zielkonflikte aufgelöst werden.

Das Sammeln, Werten und Selektieren der taktischen Ziele erfolgt hierbei, dem partizipativen Ansatz folgend, innerhalb eines zur inhaltlichen Koordination gebildeten Teams, in welches auch der Kunde bzw. Bauherr eingebunden ist. Die Koordination dieses Zielfindungsprozesses erfolgt, wie in Abschnitt 4.3.4.7 beschrieben, über die organisatorische Rolle „inhaltliche Koordination“. Durch die Initiierung eines „Zielforums“ (vgl. prototypische Umsetzung in Kapitel 5.4.2) können auch die Nutzer und sonstige Projektbeteiligte in den Zielfindungsprozess eingebunden werden und Anmerkungen und Hinweise zu dem Zielsetzungen formulieren. Anschließend wird die Bildung und Abgrenzung des Projektes vorgenommen und die **Projektdefinition** formuliert. Aufgrund des erarbeiteten Ergebnisses wird eine Projektprüfung vorgenommen werden, in der die Planungswürdigkeit der Vorhabens abschließend untersucht wird. Sie endet mit der **Freigabe des Projektes**.

Nach erfolgter Projektfreigabe werden aufbauend auf diesem Zielsystem für jede Projektphase Anforderungen und Aufgabenlisten erarbeitet und die erforderlichen flankierenden Maßnahmen festgelegt. Es handelt sich dabei um einen oft arbeitsintensiven Abschnitt in der Phase der Zielplanung, der in enger Zusammenarbeit zwischen Nutzern und Bauherrn einerseits und dem Projektteam andererseits vorgenommen werden muss. In den folgenden Abschnitten wird daher detailliert darauf eingegangen.

4.3.4.3 Phasenbezogene Erarbeitung von Planungsaufgaben

Liegt das taktische Zielsystem vor, so werden aufbauend auf diesen Zielsetzungen für jede Projektphase Handlungsziele als operative Planungsinhalte (vgl. Abschnitt 4.3.3.4) und hieraus konkrete Aufgabenstellungen abgeleitet. Die folgende Abbildung verdeutlicht das hierbei anzuwendende Vorgehen.

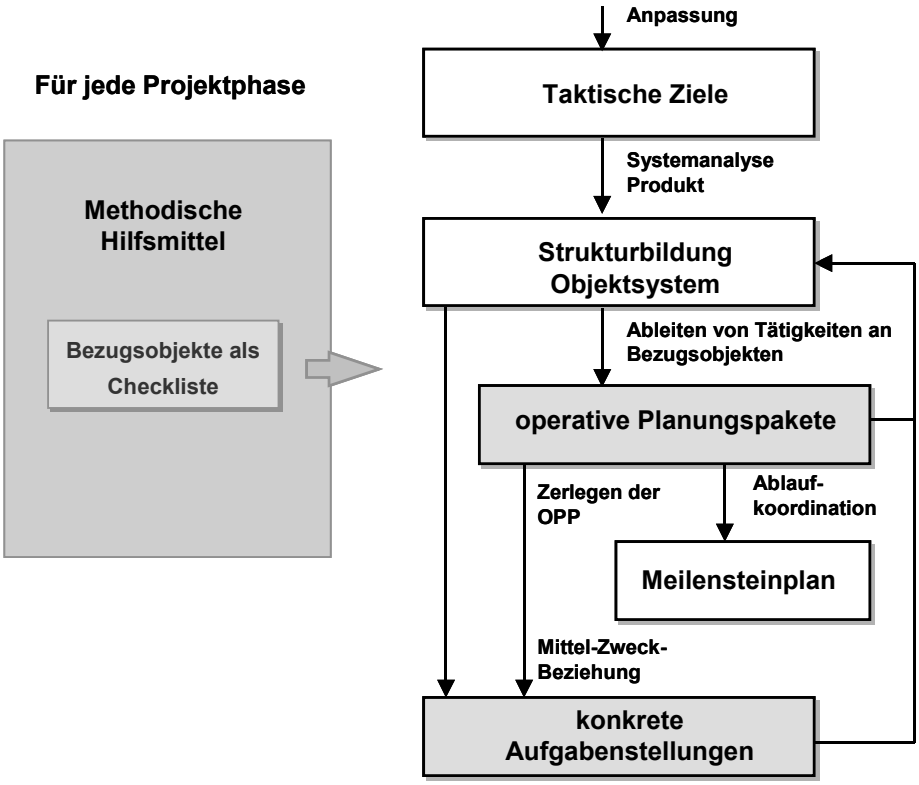


Abbildung 4.3-36: Vorgehen bei der Erarbeitung der Planungsinhalte

Als erster Schritt wird das taktische Zielsystem zu Phasenbeginn in der sogenannten Metaphase (vgl. Abschnitt 4.1.4.1) entsprechend dem aktuellen Wissensstand angepasst und dient als Grundlage zur Ableitung der Planungsinhalte. Die taktischen Ziele beschreiben auf Projektebene den zu erzielenden Output des Projektes. Hierauf aufbauend wird im Rahmen der Strukturbildung festgelegt, welche Objekte oder Sachsysteme zur Erreichung des in den taktischen Zielen beschriebenen Outputs im Rahmen der aktuellen Phase erstellt oder transformiert werden sollen. Steht die Struktur der Bezugsobjekte fest, so wird für jedes Objekt festgelegt, welche Tätigkeiten hieran vorzunehmen sind. Ein Beispiel für das Bezugsobjekt „Fassade“ wäre z.B. „die Erstellung eines gestalterischen Konzeptes für diese Fassade“. Das System der Strukturobjekte dient so als eine Art Checkliste und gewährleistet eine entsprechende Vollständigkeit bei der Erfassung. Das Vorgehen zur Erarbeitung dieser Strukturobjekte wird in Kapitel 4.2.5 ausführlich beschrieben. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Vorgang sowie die Ableitung der objektorientierten Planungsaufgaben.

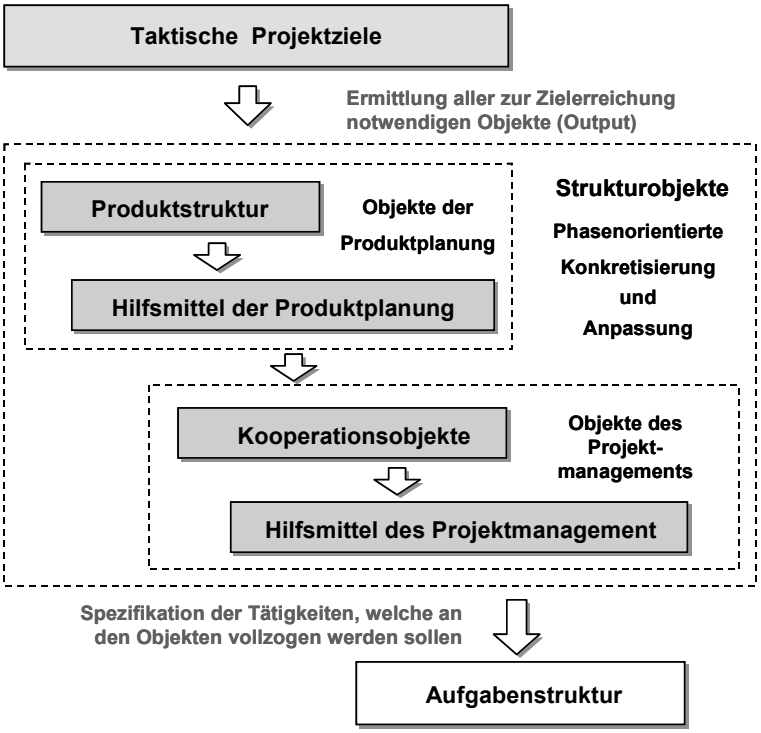


Abbildung 4.3-37: Strukturbildung und Aufgabenerarbeitung

Aufbauend auf den entwickelten Strukturobjekten werden zunächst übergeordnete operative Planungspakete (OPP) abgeleitet. Diese OPP spezifizieren ergebnisorientiert bzw. tätigkeitsneutral die Sollzustände der phasenbezogenen Strukturobjekte, wie z.B. „Das Gestaltungskonzept für das Gebäude ist fertiggestellt“. Hiermit kann der Weg zur Erstellung des Gesamt-Outputs (in unserem Beispiel die fertiggestellte Gesamtplanung) so in Teilergebnisse bzw. Zwischen(zu)stände untergliedert werden, dass eine sinnvolle Koordination des Planungsprozesses erreicht wird. Wie in Abbildung 4.3-36 ersichtlich, können zur Koordination der Bearbeitung der Planungsinhalte phasenbezogene Meilensteine (vgl. Kapitel 4.5.3.1) zugeordnet werden.

In einem weiteren Schritt werden aus den übergeordneten Planungspaketen tätigkeitsorientierte Aufgabenkomplexe und schließlich einzelne Arbeitspakete abgeleitet. Diese Aufgaben beschreiben konkrete Maßnahmen bzw. Tätigkeiten an den Bezugsobjekten und dienen somit zur Erreichung der in den OPP beschriebenen Zielzustände. Diese Überführung und Ableitung der Aufgaben erfolgt daher im Sinne einer „Mittel-Zweck“-Beziehung und nimmt wiederum Bezug zur phasenbezogenen Struktur der Bezugsobjekte, an welchen die aufgabenbezogenen Tätigkeiten ausgeführt werden. Abbildung 4.3-38 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Im gezeigten Beispiel erfolgt die Untergliederung der Aufgaben nach den zuvor erarbeiteten Gebäudekomponenten als Bezugsobjekte auf unterschiedlichen, den Aufgabenebenen zuordbaren Hierarchieebenen.

Um die einzelnen Aufgabenstellungen in den Gesamtkontext des Projektes einbinden zu können, werden die erarbeiteten Planungspakete und Aufgabenstellungen klassifiziert und in das strukturierte Aufgabensystem eingeordnet. Die thematische Klassifizierung der Aufgaben, welche zur Aufdeckung möglicher inhaltlicher Konflikte dient, ist in Kapitel 4.3.3.5 erläutert.

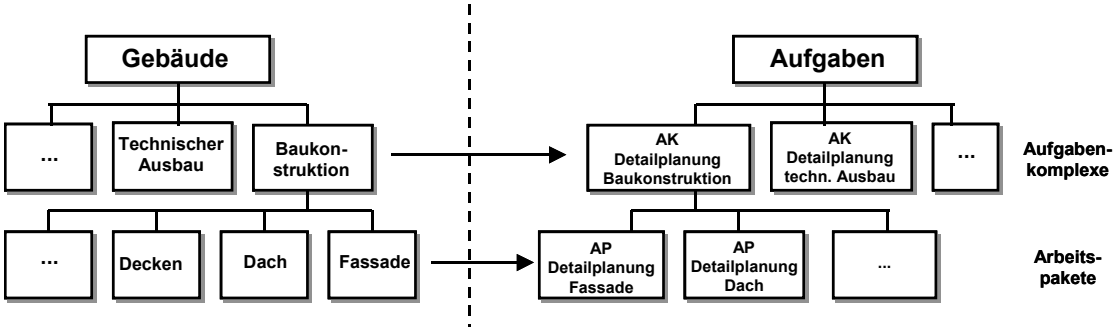


Abbildung 4.3-38: Zuordnung der Strukturobjekte

4.3.4.4 Phasenbezogene Spezifikation der Anforderungen

Parallel zur Aufgabenerarbeitung findet die Entwicklung ebenfalls objektbezogener Anforderungen statt. Anforderungen beschreiben hier tätigkeitsneutral die zu erreichenden qualitativen oder quantitativen **Merkmalsausprägungen der Bezugsobjekte**. Sie können zur Präzisierung der Aufgabenstellungen herangezogen werden. Die Vorgehensweise zur Entwicklung des Anforderungssystems zeigt die Abbildung Abbildung 4.3-39.

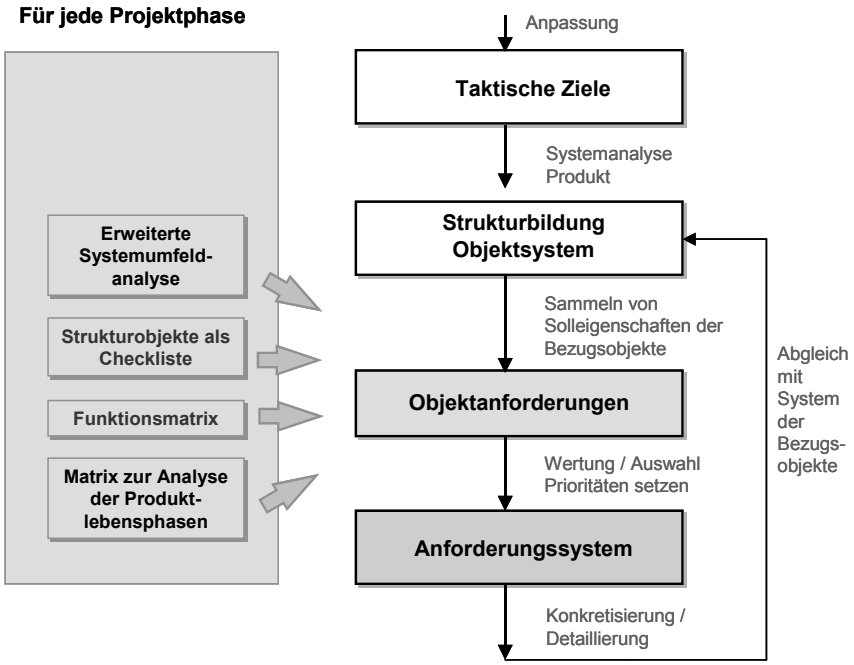


Abbildung 4.3-39: Vorgehen bei der Anforderungsentwicklung

Ausgehend von den taktischen Projektzielen wird, wie zuvor beschrieben, die Strukturbildung mit der Ermittlung aller phasenrelevanten Objekte vorgenommen. Anhand der Anforderungen werden die Solleigenschaften dieser Bezugsobjekte als Qualitäts- oder Leistungsmerkmale ermittelt. Die Strukturobjekte dienen somit als eine Art **Checkliste zur Anforderungsermittlung**.

In Rahmen der Anforderungsermittlung kann daneben auch die Systemumfeldanalyse (vgl. Abschnitt 4.3.4.6.) eingesetzt werden. Ein weiteres methodisches Hilfsmittel stellt die **Analyse der Produktlebensphasen** dar. Mit ihrer Hilfe wird eine systematische Hinterfragung der Lebenszyklusphasen des Produktes in Hinblick auf dessen verschiedene funktionale Aspekte unterstützt. Zu diesem Zweck wird eine Suchmatrix erarbeitet, welche die verschiedenen anforderungsrelevanten Aspekte des Projektes (vgl. Strukturobjekte) für jede Lebenszyklusphase des Produktes betrachtet. In Abschnitt 4.3.4.6 erfolgt die Erläuterung dieser Methode. Zusätzlich kann die in Kapitel 4.2.3.1.1 beschriebene Funktionsmatrix bei der Ermittlung der funktionalen Leistungsmerkmale herangezogen werden.

Durch die Zuordnung der Anforderungen zu den in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekten wird eine thematische Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Projektes ermöglicht. Die Strukturierung dient zum einen zur Unterstützung des Zugriffs auf problemrelevante Anforderungen aus dem aktuellen Planungskontext heraus. Zudem hilft sie vorhandene inhaltliche Wechselwirkungen zwischen den Anforderungen aufzudecken und dient so, wie in Kapitel 4.3.3.5 beschrieben, als Grundlage des Zielkonfliktmanagements.

Die Ermittlung aller relevant erscheinenden Anforderungen erfolgt innerhalb eines zur inhaltlichen Koordination des Projektes gebildeten Teams (vgl. Abschnitt 4.3.4.7). Um die Anforderungsentwicklung als **partizipativen Prozess** zu unterstützten, können Anforderungsvorschläge von allen Mitgliedern dieses Teams gemacht werden, so dass möglichst viel Wissen in diesen Ermittlungsprozess einfließen kann. Zu diesen Anforderungsvorschlägen können auch von den übrigen Projektbeteiligten Anmerkungen und Hinweise eingebunden werden, so dass eine Art „Diskussions-Forum“ zu den Zielen und Anforderungen entsteht. Die ermittelten Anforderungen werden sodann bewertet und selektiert. Dies geschieht unter der Leitung der Projektmanagementrolle „inhaltliche Koordination“. (vgl. Kapitel 4.4.3.3). Der Inhaber dieser organisatorischen Rolle trägt dabei die Verantwortung bezüglich der letztendlichen Selektion und Freigabe der Anforderungen. Die Verwaltung von entsprechenden Freigabestati unterstützt diese Überführung der Anforderungen vom ersten Vorschlag bis zur Freigabe der Anforderung für den Planungsprozess.

4.3.4.4.1 Konkretisierung des Aufgaben- und Anforderungssystems

Der Prozess der Anforderungsentwicklung und Konkretisierung stellt einen den gesamten Planungsprozess begleitenden Vorgang dar. Im Planungsverlauf können parallel zur immer weiter fortschreitenden Konkretisierung des Planungsgegenstandes auch die Anforderungen immer detaillierter beschrieben werden.

Die phasenbezogen detaillierten Strukturobjekte dienen, wie Abbildung 4.3-40 zeigt, als neue Bezugseinheit zur Spezifizierung der Anforderungen. Unter Rückkopplung mit den überarbeiteten Zielen werden aufbauend auf der detaillierteren Gliederung der Strukturobjekte neue Anforderungen als Solleigenschaften dieser Bezugsobjekten erarbeitet. Die Gliederungen der Strukturobjekte (funktionale Aspekte, Bezugsobjekte, Nutzungsfunktionen) dienen hier als eine Art „Merkmalsliste“. Folgende Formen der Konkretisierung können dabei auftreten:

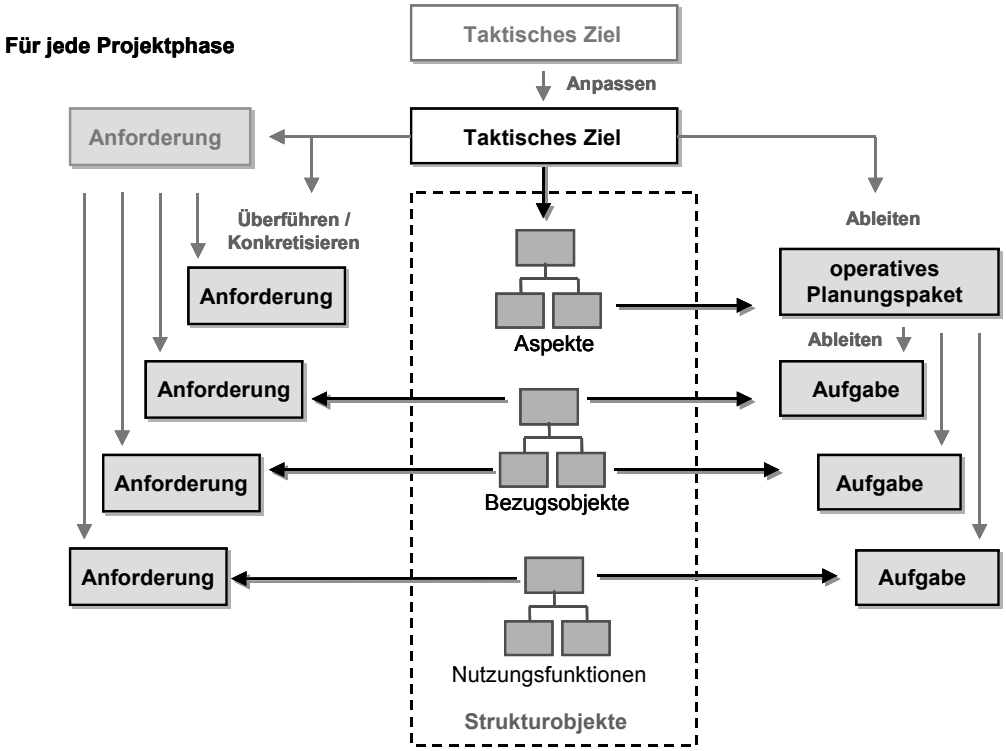


Abbildung 4.3-40: Konkretisierung der Objektanforderungen

- Die **Spezialisierung** der Anforderung bei Zuordnung zu einem abgeleiteten Bezugsobjekt. Hier können z.B. für bestimmte Teile des Planungsobjektes unterschiedliche Wertausprägungen der Anforderung festgelegt werden.
- Anforderungen können zudem im Sinne einer **hierarchischen Bestands-Beziehung** in Teilaspekte aufgesplittet werden. Ein Beispiel wäre die Aufteilung der Anforderung „Baukosten“ in die Kosten für Rohbau und Ausbau.
- Die **Vererbung** gilt besonders für rein qualitative Anforderungen, wie z.B. „kein Tropenholz verwenden“. Ist sie für ein übergeordnetes Bezugsobjekt (z.B. das gesamte Gebäude) festgelegt, so gilt sie auch für alle abgeleiteten bzw. untergeordneten Bezugsobjekte bzw. Bauteile.
- Eine weitere Form der Überführung ist die Ableitung **impliziter Folgeanforderung**. Diese dienen der Erfassung von Anforderungen, welche sich implizit aus der Erfüllung einer anderen Anforderung im Sinne einer „wenn...dann“-Beziehung ergeben.
- Ein genaueres Wissen über den Planungsgegenstand bedingt oft eine genauere Angabe der Merkmalsausprägung des Bezugsobjektes. Bei einer solchen **Wertkonkretisierung** bleibt das Anforderungsmerkmal das gleiche, es ändert sich nur der Wert der Merkmalsausprägung. Ein Anwendungsfall dieser Überführung ist die Quantifizierung zunächst rein qualitativ beschriebener Anforderungen.

Abgebildet werden diese Konkretisierungsrelationen über die in Kapitel 4.1.3.1.1 beschriebenen Relationstypen (Bestands-, Abstraktions-., Assoziations- und Äquivalenzrelationen).

Die weiterführende Detaillierung und Konkretisierung der Strukturobjekte ermöglicht neben der Anforderungskonkretisierung auch die Spezifizierung von Aufgabenstellungen auf detaillierterem Niveau und somit die Überführung von übergeordneten Planungspaketen in teambezogene Aufgabenkomplexe und schließlich einzelne Arbeitspakete. Die Abbildung 4.3-38 verdeutlicht dies mit einem Beispiel aus der Gebäudeplanung.

4.3.4.5 Anpassung des Ziel- und Anforderungssystems

Veränderte Randbedingungen des Projektes oder bereits erarbeitete Projektergebnisse machen eine dynamische Anpassung bereits definierter Ziele über den Planungsprozess erforderlich. Diese Anpassung des Ziel- und Anforderungssystems bedeutet, bezogen auf das hier vorgestellte Konzept, ein Überdenken der vorhandenen projektbezogenen Ziele und neues Ableiten der Anforderungen und Aufgaben für eine konkrete Phase. Zu Beginn jeder Projektphase erfolgt so die Überarbeitung der taktischen Zielsetzungen aufbauend auf den Bewertungs- und Entscheidungsprozessen des Zielcontrolling (vgl. Kapitel 4.3.3.6) der vorangehenden Phase. Diese phasenweise stattfindende Erarbeitung neuer Objekt-Anforderungen und die Konkretisierung bestehender Anforderungen geschieht, wie im Folgenden beschrieben, auf Grundlage der bereits bestehenden Anforderungen der vorhergehenden Phase (vgl. Abbildung 4.3-41) :

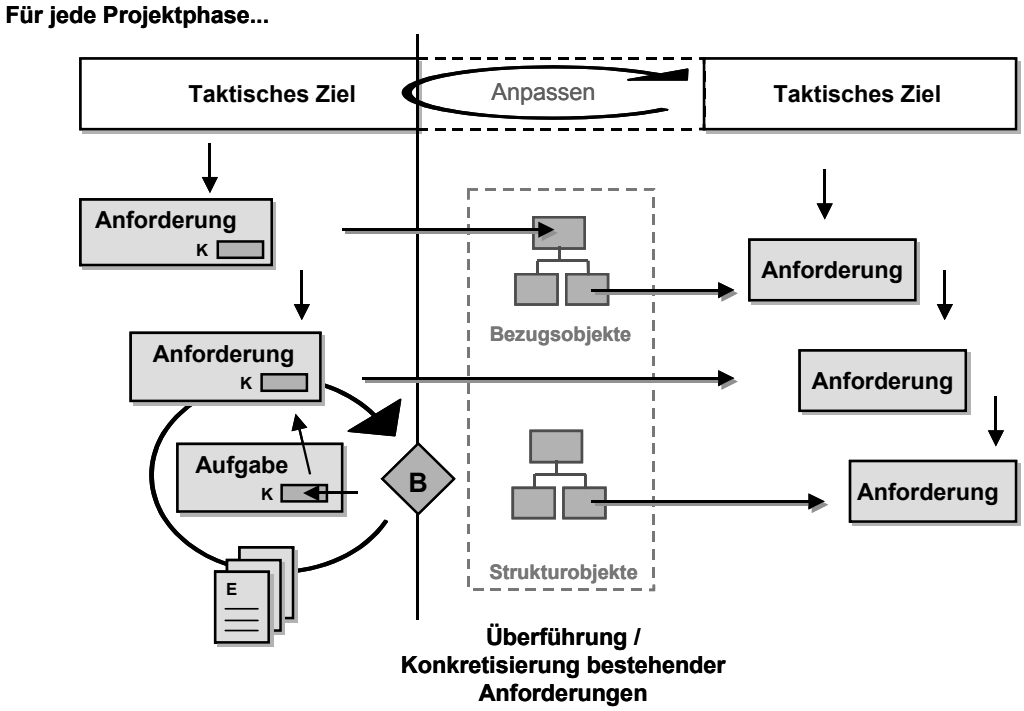


Abbildung 4.3-41: Konkretisierung und Anpassung des Zielsystems

Im Rahmen einer Beurteilung der Aufgabenbearbeitung findet ein Soll-Ist-Vergleich statt, bei welchem die erarbeiteten Ergebnisse (E) mit den über die Bezugsobjekte an die Aufgaben geknüpften Anforderungen verglichen werden. Der mit der Aufgabe betraute Planer bewertet so

im Rahmen dieser Aufgaben-Beurteilung den Grad der Anforderungserreichung. Hier wird deutlich, inwieweit die gestellten Anforderungen entsprechend den Vorgaben erreicht werden können und wo mögliche Anforderungskonflikte bestehen.

Da davon ausgegangen werden kann, dass der Bearbeiter über eine hohe Kompetenz hinsichtlich der Abschätzung der Anforderungserreichbarkeit verfügt, erstellt er vor der Freigabe der Aufgabe einen Kommentar, in welchem er beschreibt, hinsichtlich welcher Anforderungen es bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung Probleme gab und zwischen welchen Anforderungen er Konflikte sieht. Zudem macht er Vorschläge hinsichtlich einer möglichen Anpassung und Konkretisierung der Anforderung im weiteren Planungsverlauf. Diese Kommentare bzw. Vorschläge aus den einzelnen Aufgaben dienen bei der Überführung des Anforderungssystems in die neue Phase als Hilfestellung bzw. Grundlage der Anpassung.

Diese Erarbeitung und Anpassung der Ziele stellt hohe Anforderungen bezüglich der fachlichen Kompetenz der damit betrauten Personen. Die inhaltliche Koordination erfordert so ein ganzheitliches inhaltliches Wissen über den gesamten Problemkontext des Projektes bzw. der Entwicklung des Planungsgegenstandes, um vorhandene Wechselwirkungen berücksichtigen zu können und mögliche inhaltliche bzw. qualitative Auswirkungen von Planungsentscheidungen abschätzen zu können. Um die Verantwortlichkeit für diese „Inhaltliche Koordination“ entsprechend regeln zu können wird auf Seiten des Organisationsmodells hierzu eine entsprechende organisatorische Rolle auf Projekt und Teamebene eingeführt (vgl. Abschnitt 4.3.4.7).

Da die Anforderungen ein inhaltlich vernetztes System bilden, so hat die Änderung einer aufgabenbezogenen Anforderung auch Auswirkungen auf die Bearbeitung anderer Anforderungen und betroffener Aufgaben (vgl. Abschnitt 4.3.3.5 zum Zielkonfliktmanagement). Anhand der Klassifizierung nach den genannten Bezugsobjekten können die Aufgabenstellungen herausgefunden werden, welche sich auf die gleichen Anforderungen beziehen und in inhaltlicher Wechselwirkung zueinander stehen. Der Änderungsvorschlag für die Anforderung wird an alle betroffen Aufgabenbearbeiter versandt. Diese können ihre Einschätzung zur Änderung abgeben und beschreiben, welche Auswirkungen die Änderung in ihrem Problemkontext hat. Unter Berücksichtigung dieser Kommentare findet nun eine Abwägen statt, wie der Anforderungskonflikt behandelt werden kann. Dieses Abwägen geschieht unter Beachtung der entsprechenden Prioritäten der Anforderungen. Dabei soll geklärt werden, bei welcher Anforderung zugunsten einer anderen bezüglich der spezifizierten Soll-Werte Abstand genommen werden kann, um ein möglichst gutes Gesamtergebnis gewährleisten zu können. In Kapitel 4.3.3.5.3 wird ein entsprechendes Konzept zum Umgang mit Ziel- und Anforderungskonflikten und einer hierbei stattfindenden Anforderungsanpassung vorgestellt.

4.3.4.6 Assistierende Werkzeuge und Methoden

Die im folgenden beschriebenen Werkzeuge und Methoden dienen zur Unterstützung der Zielplanung.

4.3.4.6.1 Einbindung assistierender Werkzeuge

Im Rahmen des BMBF-Projektes „LuZie“ [vgl. BoZe02] wird zur Unterstützung der Zielplanung ein Musterpflichtenheft entwickelt, welches als wissensbasiertes assistierendes Werkzeug mögliche Inhalte bzw. Vorschläge für das Ziel- und Anforderungssystems liefern soll. Basierend auf den langjährigen Erfahrung des Projektpartners intep GmbH im Bereich der anforderungsorientierten Planung wurde hier ein Musterpflichtenheft entwickelt, welches zur Erarbeitung der Projektziele herangezogene werden kann [SiWB02]. Dieses ist aufbauend auf einer Analyse von Pflichtenheften durchgeführter Praxisprojekten und deren Übertragung auf eine projektneutrale Ebene allgemeingültig formuliert. Zudem wird eine phasenbegleitende Checkliste bereitgestellt, welche konkrete Anforderungen und Aufgabenstellungen zur Planung enthält.

Zur Strukturierung und Klassifizierung der dort aufgenommenen Inhalte werden die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Strukturierungs- und Klassifizierungsprinzipien angewandt, so dass dieses assistierende Werkzeug auch zur Unterstützung der hier erläuterten Vorgehensweise genutzt werden kann. Diese in Kapitel 4.2 beschriebenen Strukturierungs- und Klassifizierungskriterien dienen als inhaltliche Schnittstelle und ermöglichen die Generierung problembezogener Suchanfragen.

Die genaue Klärung des Einsatzes dieses Musterpflichtenheftes und der phasenbezogenen Checkliste und die Art der Anbindung an das Projektmodell basiert auf der beschriebenen Vorgehensweise zur Zielplanung (strategische Ziele > taktische Ziele > Aufgaben + Anforderungen). Aufbauend auf der Klassifizierung des Problemkontextes anhand der Strukturobjekte wird eine problemspezifische Suche nach entsprechenden taktischen Zielen sowie nach korrespondierenden Aufgaben und Anforderungen ermöglicht. Hierzu kann die in der Abbildung 4.3-42 dargestellte Vorgehensweise angewandt werden.

Zunächst erfolgt im Projektkontext auf der Strukturebene eine Erarbeitung der für dieses Projekt relevanten funktionalen Planungsaspekte, wie Ökologie, Ökonomie etc.. Diese werden entsprechend ihrer Bedeutung für das Projekt mit Prioritäten versehen. Hierauf aufbauend werden mit dem Bauherrn für das konkrete Projekt die strategischen Zielsetzungen als Grundlagen und Randbedingungen für das Projekt erarbeitet und den Aspekten zugeordnet. Im nächsten Schritt wird hierauf aufbauend untersucht, welche detaillierteren Aspektbereiche und abgeleiteten Funktionen projektrelevant erscheinen. Diese Spezifizierung und Wertung der Aspekte dient zur Generierung einer Suchanfrage im Musterpflichtenheft. Für diese Aspekte wird im Musterpflichtenheft nach passenden projektneutral formulieren taktischen Zielsetzungen gesucht.

Das Musterpflichtenheft stellt eine projektübergeordnete Sammlung möglicher taktischer Ziele in Form beschreibender Textbausteine dar. Die taktischen Ziele des Musterpflichtenheftes stellen eine Art Vorschlagsliste dar, die in das konkrete projektspezifische Ziel- und Anforderungssystem übernommen und dort entsprechend der projektspezifischen Gegebenheiten angepasst und ergänzt werden kann. Die taktischen Ziele geben also keine konkreten Sollwerte vor, sondern stellen lediglich Empfehlungen dar.

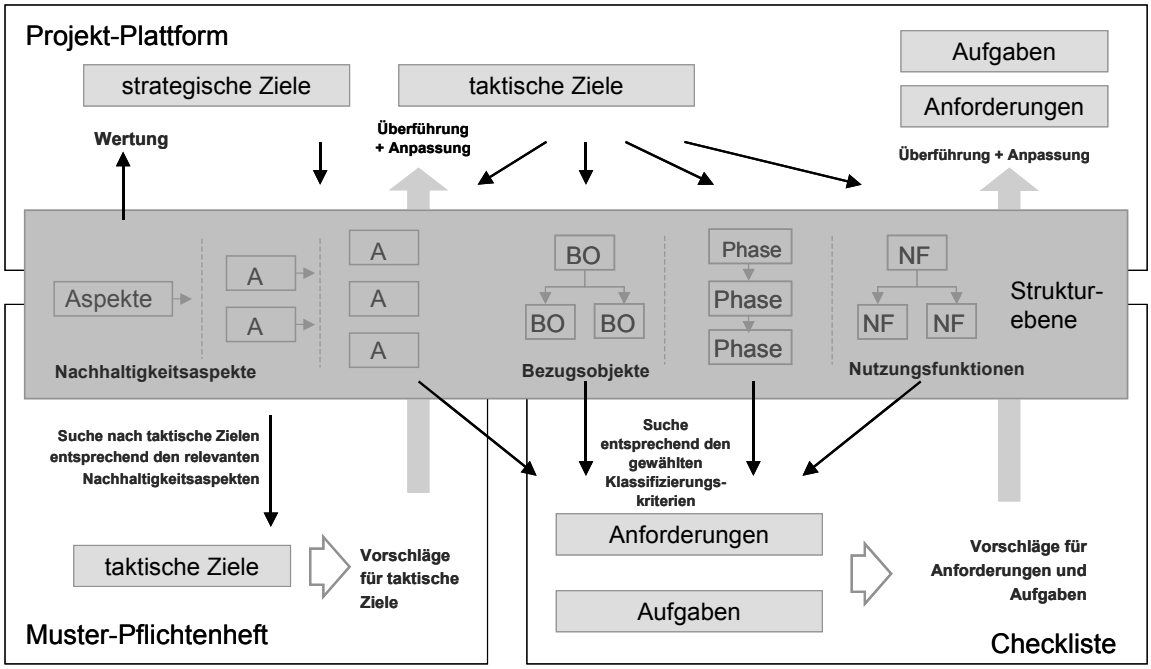


Abbildung 4.3-42: Vorgehensweise bei der Erarbeitung der projektspezifischen Ziele und Anforderungen unter Einbeziehung wissensbasierter Werkzeuge [BoZe02]

Nach der Anpassung der taktischen Ziele aus dem Musterpflichtenheft findet in der Projektumgebung eine Zerlegung der Gesamtproblemstellung entsprechend den genannten Strukturierungsregeln in gebäudebezogene Bezugsobjekte statt. Die gewählten Strukturierungskriterien der bereits erarbeiteten taktischen Ziele dienen sodann beim Zugriff auf die Checkliste als Suchkriterien für entsprechende zielbezogene Anforderungs- und Aufgabenvorschläge. Diese werden wiederum in der Checkliste ausgewählt, in die projektbezogene Planungsumgebung überführt und dort ergänzt und angepasst. Eine weiterführende Beschreibung des Musterpflichtenheftes und der Checkliste kann [SiBr04] entnommen werden. Im Rahmen der prototypischen Umsetzung werden diese im Projekt LuZie erarbeiteten Hilfsmittel im Modul „Werkzeuge + Methoden“ (vgl. Abschnitt 5.4.8.1) bereitgestellt. Der Zugriff auf diese assistierenden Werkzeuge wird zudem direkt aus dem „Zielplanungspiloten“ (vgl. Abschnitt 5.4.2.3) ermöglicht.

4.3.4.6.2 Methoden zur Unterstützung der Ziel- und Anforderungsmodellierung

Die kooperative Ermittlung und Formulierung von Zielen und Anforderungen stellt einen sehr anspruchsvollen Prozess dar. Besonders die Gewährleistung einer vollständigen Ermittlung von Anforderungen und deren Einordnung in den Gesamtkontext und das Aufdecken möglicher Konflikte setzen hohe fachliche und auch methodische Kompetenzen voraus. Um die mit diesen Aufgaben betrauten Planer und Bauherren entsprechend zu unterstützen, wird der Zielfindungsprozess mit verschiedenen methodischen Hilfsmitteln unterstützt. Die Abbildung dieser Methoden erfolgt über den in Kapitel 4.3.3.4.4 beschriebenen Werkzeugkasten. Die im Folgenden beschriebenen methodischen Ansätze dienen hierbei als konzeptionelle Grundlage.

Kurzanalyse des Leistungsumfanges des Produktes

Mit Hilfe einer Frageliste können die wichtigsten Punkte zum Produkt und seinen Schnittstellen und Randbedingungen geklärt werden. Die hier beispielhaft vorformulierten Fragen (vgl. Abbildung 4.3-43) sind an bestimmten Gegebenheiten der Produktlebensphasen angelehnt und stellen eine grobe Analyse der Wechselwirkungen des Produktes mit seinem Umfeld dar. Aus den Antworten sind dann taktische Zielsetzungen abzuleiten, welche den Zweck des Planungsobjektes genauer spezifizieren.

- **Welche Zielgruppen / Systeme stehen mit dem Gebäude in Beziehung?**
- **Welcher Art sind die Beziehungen? Welche Aspekte sind betroffen?**
- **Was erwarten die verschiedenen Gruppen? Welchen Zweck bzw. welche Funktionen soll das Gebäude erfüllen?**
- **Sind sie erwünscht oder unerwünscht?**
- **Wie sollen sich die Beziehungen auf Eigenschaften des Produktes auswirken?**
- **....**

Abbildung 4.3-43:Produktfrageliste

Zielbaum zur Nachhaltigkeit

Der in Abbildung 4.3-44 dargestellte Zielbaum für Nachhaltigkeitsziele [Kohl01sowie PeLe04] stellt die verschiedenen Aspekte bzw. Dimensionen der Zielfindung dar. Er dient als eine Art Checkliste zur vollständigen Ermittlung von Zielsetzungen und Parametern des konkreten Projektes. Die Erörterung der Frage der Kopplung dieser Methode mit dem im Rahmen dieser Arbeit beschriebenen Ansatz erfolgt in Abschnitt 4.3.3.5.1.

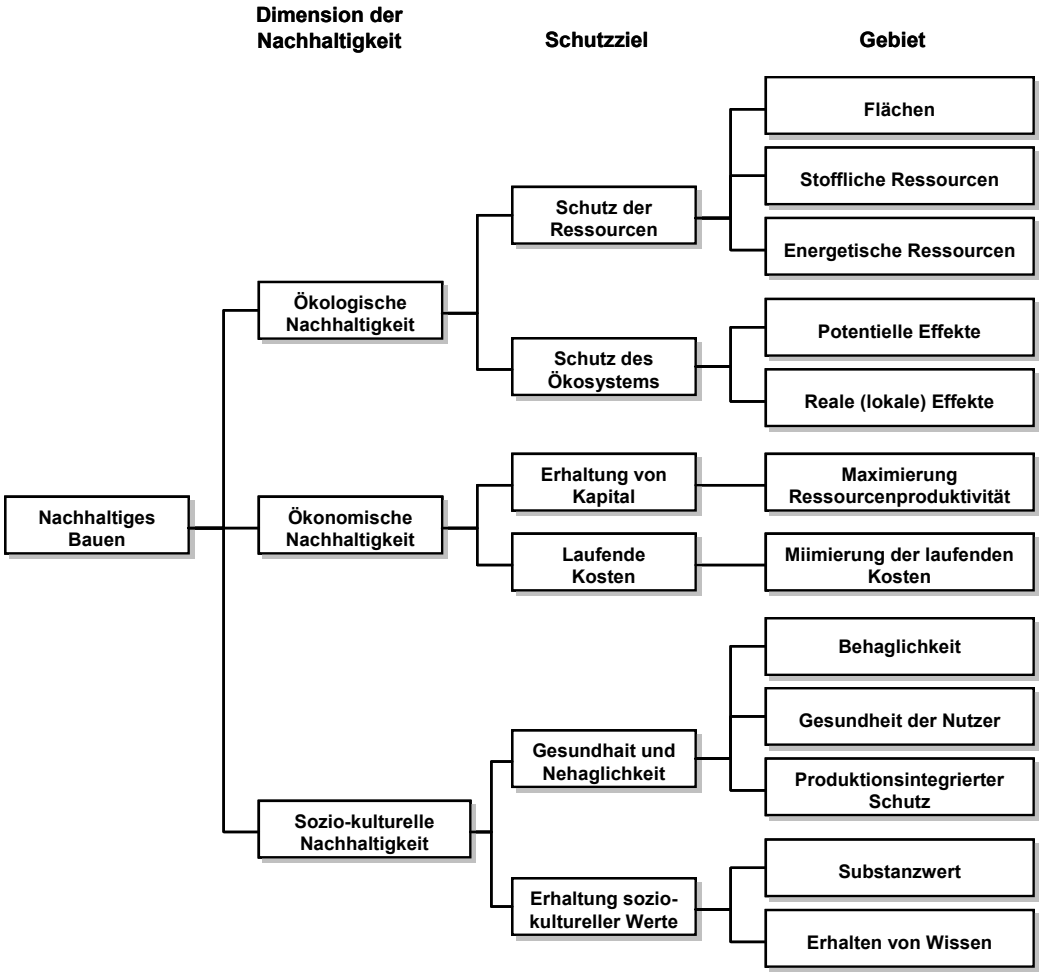


Abbildung 4.3-44:Zielbaum zur Nachhaltigkeit nach Kohler [Kohl01]

Analyse des Systemumfeldes

Diese Analyse dient zum Auffinden der Bereiche des übergeordneten Systems, aus denen sich Ziele und Anforderungen herleiten lassen. Im Mittelpunkt steht das Produkt, das selbst Wirkung ausübt und auf das die Umgebung zurückwirkt. Folgende Bezugssysteme sollen in diesem Zusammenhang konkret ermittelt und sodann hinsichtlich ihrer Ansprüche und Wechselwirkungen mit dem Produkt analysiert werden:

- Das **passive System**, auf das eine Wirkung ausgeübt wird (z.B. Umwelt)
- Das **aktive System**, das auf das Objekt einwirkt (Nutzer)
- Das **Befehlssystem**, welches das Objekt steuert
- Der **Wirkungsort** bzw. Standort mit seinen klimatischen und räumlichen Bedingungen
- Das **Wartungssystem**

Abbildung 4.3-45:Identifikation der Umgebungssysteme

Zur Beschreibung des jeweiligen Systems, dessen Wirkung auf das Produkt sowie der zeitlichen und räumlichen Beziehungen werden zu jedem betrachteten Umgebungssystem zunächst folgende allgemeine Fragen konkretisiert:

- Beschreibung des Produktsystems (WAS)?
- Wirkungen auf das Produktsystem (Input)?
- Wirkungen von Seiten des Produktsystems (Output)?
- Zeitbeziehung (WANN)?
- Ortsbeziehung (WO)?

Im Rahmen der hier beschriebene Analyse sollen Informationen gewonnen werden, welche sowohl auf Ebene der strategischen Zielplanung als auch für die Erarbeitung der konkreten Anforderungen hilfreich sind. Mit zunehmender Konkretisierung der Produktidee im Verlaufe des Planungsprozesses ist dann auch eine gezieltere, die verschiedenen produktbezogenen funktionalen Aspekte vertiefende Umfeldanalyse möglich.

Roth [Roth00] merkt zu dieser Methode allerdings an, dass zwar die wesentlichen Randbedingungen des Produktes erfasst, unter Umständen aber Einzelheiten infolge der doch recht abstrakten Formulierung der Fragen nicht erkannt werden. Da bei der Spezifizierung der Produktanforderungen zudem auch der Gebäudelebenszyklus betrachtet werden sollte, kann hier zusätzlich eine Analyse hinsichtlich der Gebäudelebenszyklusphasen erfolgen.

Analyse der Lebenszyklusphasen

Bei der Analyse der Lebenszyklusphasen wird das Umfeld des Planungsobjektes wesentlich detaillierter hinterfragt. Da hierzu das Vorhandensein eines gewissen Problemlösungswissens (Wissen um einen möglichen Objektaufbau) bereits vorhanden sein sollte, eignet sich dieses Verfahren besonders zur detaillieren Spezifikation der konkreteren Objektanforderungen im Planungsverlauf.

Der Schwerpunkt dieser Analyse ist die systematische Hinterfragung der Lebenszyklusphasen des Objektes in Hinblick auf die verschiedenen funktionalen Aspekte. Zu diesem Zweck wird eine Suchmatrix erarbeitet, welche die Objektfunktionen mit Schritten kombiniert, welche die vollständigen Lebenszyklusphasen abbilden. Die sich so ergebenden Matrixfelder können zudem noch mit konkreten Fragen und Merkmalslisten hinterlegt werden, welche zusätzlich noch mit Checklisten inhaltlich ergänzt werden können. Die folgende Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau dieser Matrix.

	Ökologisch		Ökonomisch		Soziokulturell	
		physikalisch / naturbezogen	Kosten-bezogen	organisatorisch / planerisch	physisch	psychisch
Vorstudie						
Planung						
Ausführung						
Betrieb / Nutzung			Betriebskosten, Wartungskosten		Ergonomische Bedingungen, Sicherheit, Vermeiden von Belästigungen	Einfach Nutzbarkeit, Bedienbarkeit, Gestaltung,...
Erneuerung						
Rückbau						

Abbildung 4.3-46:Matrix zur Analyse der Lebenszyklusphasen

4.3.4.7 Managementzuständigkeiten bei der Ziel- und Anforderungsmodellierung

Die Komplexität der Problemstellung von Entwicklungsprojekten lässt eine alleine auf Kunden- bzw. Bauherrenseite stattfindende Zielplanung nicht sinnvoll erscheinen. Hier ist es notwendig, das Wissen aller beteiligten Planer in den Zielfindungsprozess zu integrieren. Notwendig wird daher die Anwendung einer Managementstrategie, welche den Aspekt der Zielbildung konsequent in den Mittelpunkt setzt. In Anlehnung an den Ansatz des „**Management by Objectives**“ (vgl. Kapitel 4.4.3.2) erfolgt die Zielformulierung daher partizipativ. Die Zielvereinbarung kann so als Dialogform genutzt werden, um die subjektive Komplexität von Entscheidungssituationen für die einzelnen Planer zu reduzieren. Wichtig ist in diesem Managementansatz die wirksamste Zielereichung, unabhängig von den dazu eingesetzten Verfahren. Dies bedingt eine möglichst hohe Handlungsfreiheit hinsichtlich der Wahl der Methoden zur Zielerreichung für die verschiedenen Planungsbeteiligten. So sollen effizienz- und qualitätssteigernde Maßnahmen in den Planerteams selbst initiiert werden.

Die Modellierung von Zielen, Anforderungen und Aufgabenstellungen wird in dem hier vorgestellten Konzept daher als partizipativer Teamprozess betrachtet und entsprechend unterstützt. Dies geschieht anhand des vorgestellten Vorgehensmodells zur Erarbeitung und Anpassung des Zielsystems. Eine hierzu notwendige Klärung der Zuständigkeiten wird über eine Kopplung mit dem teamorientierten Organisationsmodell (vgl. Kapitel 1.1) realisiert, durch welches die Zuordnung der einzelnen Teilaufgaben der Zielplanung zu den dort beschriebenen organisatorischen Rollen ermöglicht wird. Die Abbildung 4.3-47 zeigt die verschiedenen Zuständigkeitsebenen bei der Ziel- und Aufgabenerarbeitung.

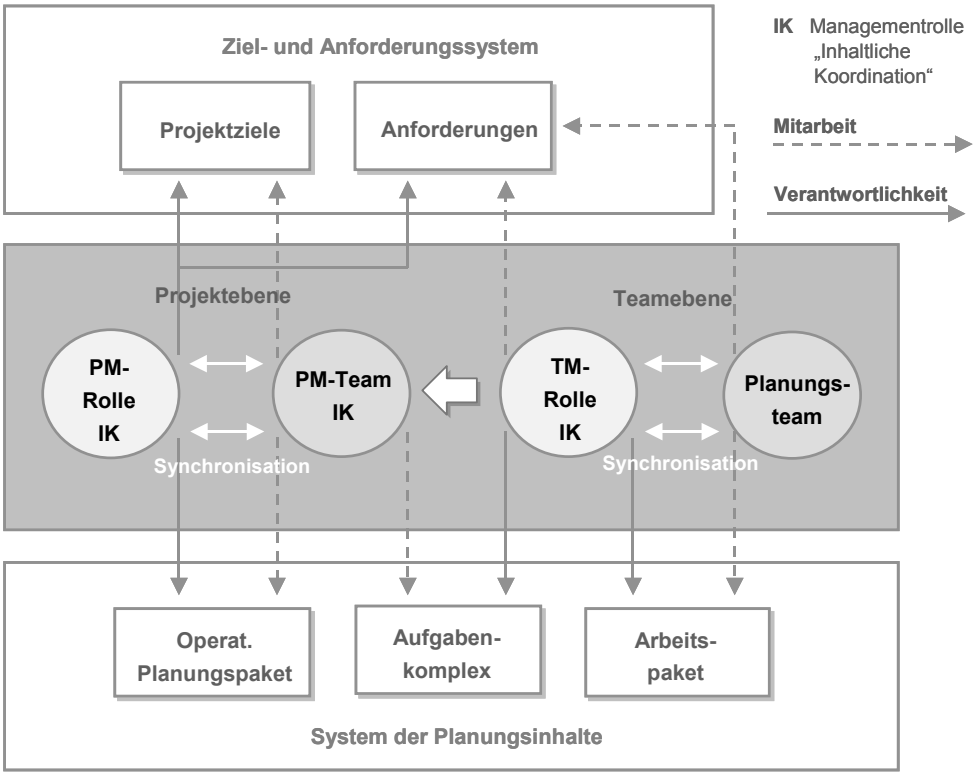


Abbildung 4.3-47: Managementzuständigkeiten bei der Zielplanung

Die in Abschnitt 4.3.4.1 beschriebene Erarbeitung der Projektziele erfolgt unter Koordination durch die Projektmanagementrolle „Inhaltliche Koordination“ (PM-R- IK) im Managementteam „Inhaltliche Koordination“ (PM-Team IK), in welchem die „inhaltlichen Koordinatoren“ der Planungsteams des Projektes sowie der Kunde bzw. Bauherr eingebunden sind. Die Moderation dieses Teams obliegt der Projektrolle „PM-R-IK“. Hier findet das Sammeln und Strukturieren der Projektziele statt, da hier die Einbeziehung von möglichst umfangreichem Wissen notwendig ist. Auch die Selektion und Wertung der Ziele sollte in diesem Team gemeinsam erfolgen, wobei die Entscheidungsbefugnis wiederum bei der Projektmanagementrolle „PM-R-IK“ liegt, welche diesen Zielfindungsprozess auch entsprechend koordiniert.

Auch das auf der taktischen Zielfindung aufbauende Entwickeln der operativen Planungspakete (vgl. Abschnitt 4.3.4.3) erfolgt in diesem Team unter Leitung der PM-R-IK. Hier findet zudem die Erarbeitung der hieraus abgeleiteten Aufgabenkomplexe statt, welche den Teams eigenverantwortlich übergeben werden. Die Ableitung konkreter Arbeitspakete findet innerhalb der Teams unter Moderation der Teammanagementrolle TM-R-IK statt, wobei das Planerteam mit den Bearbeitern der Aufgabenpakete entsprechend eingebunden werden.

Die in Abschnitt 4.3.4.4 beschriebene Ableitung von Produktanforderungen wird von der PM-R-IK koordiniert. Je nach thematischem Schwerpunkt der zu entwickelnden Anforderungen geschieht dies in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Planungsteams, die diese Thematik schwerpunktmäßig bearbeiten. Ist z.B. ein Planungsteam für das bauphysikalische Konzeption eines Gebäudes verantwortlich, so ist bei der Erarbeitung der bauphysikalischen Anforderungen der inhaltliche Koordinator dieses Team hinzuzuziehen. Bei der Konkretisierung und Anpassung

des Anforderungs- und Aufgabensystems im Planungsverlauf sind die Anregungen aus dem Planungsteam (als Bearbeiter der eigentlichen Aufgabenstellungen) entsprechend zu berücksichtigen, da die Bearbeiter eventuell bestehende Probleme zur Erfüllung der Anforderungen im Planungskontext am besten einsehen können.

Über die hier erläuterte Rollenzuordnung werden bei der in Kapitel 5.4.2 beschriebenen prototypischen Umsetzung zudem die konkreten Bearbeitungsrechte der zielplanungsrelevanten Daten geregelt. Die Abbildung 4.3-47 zeigt schematisch die Zuordnung der zuständigen organisatorischen Rollen zu den Elementen des Teilmodells. Für das Ziel- und Anforderungssystem ergeben sich folgende konkrete Managementzuständigkeiten entsprechend Kapitel (4.4.3.3).

Managementtätigkeiten	**Zuständige Funktion**
inhaltliche Koordination Gesamtprojekt	PM-R-IK (+ PM-Team IK)
Erarbeitung und der strategischen Ziele	PM-R-IK (+ PM-Team IK)
Koordination der taktischen Ziele	PM-R-IK (+ PM-Team IK)
Entwicklung der operativen Planungspakete	PM-R-IK (+ PM-Team IK)
inhaltliche Koordination bei der Bearbeitung der Planungspakete	TM-R-IK des jeweiligen Teams
Ableiten der konkreten Arbeitspakete	TM-R-IK
Erarbeitung der Anforderungen	PM-R-IK mit jeweiliger TM-R-IK

Tabelle 4.3-1: Zuständigkeiten bei der Zielplanung

Die Koordination von Aufgaben der Zielplanung und die Klärung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten setzt das Vorhandensein eines organisatorischen Modells und die Spezifikation entsprechender Managementrollen voraus. Im folgenden Kapitel wird das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Modell zur Aufbauorganisation des Projektes vorgestellt. Es enthält neben der Beschreibung einer modularen, prozessorientierten Organisationsstruktur zudem Konzepte für eine partizipative Managementstrategie.

4.4 Das Organisationsmodell

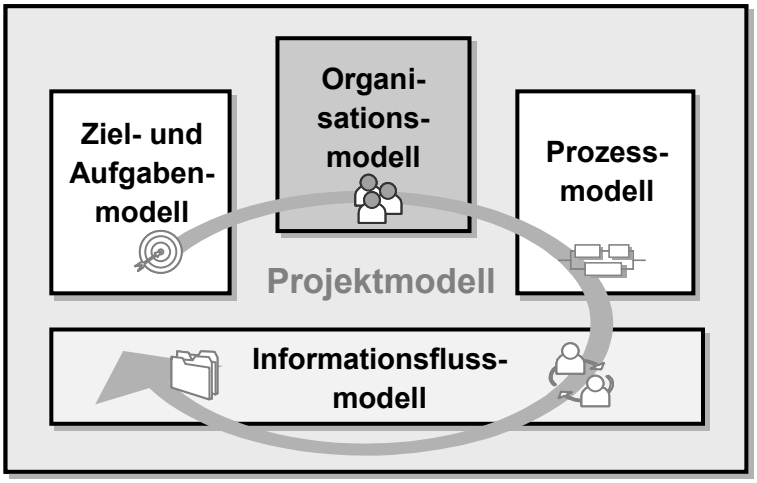


Abbildung 4.4-1: Das Organisationsmodell im Gesamtkontext

Das Organisationsmodell beschreibt aus systemtechnischer Sicht als Handlungsträgersystem das Zusammenwirken von Menschen und Organisation zur Erreichung der Projektziele. Die Organisationsstruktur stellt den zentralen Bereich des Projektmodells dar, da erst über die Zuordnung der Aufgaben zu den organisatorischen Einheiten eine ressourcenorientierte Prozessmodellierung ermöglicht wird. Zudem werden hier die Zuständigkeiten und Bearbeitungsrechte für die Elemente der Teilmodelle über organisatorische Rollen geregelt.

Die zur Lösung komplexer Problemstellungen notwendige Anwendung ganzheitlicher Planungsmethodiken stellt vor dem Hintergrund unternehmensübergreifender standortverteilter Kooperationen hohe organisatorische Anforderungen. Hinsichtlich der traditionellen Formen der Organisation und Abwicklung von Bauprojekten zeichnen sich diesbezüglich folgende Problemfelder ab:

- Die Projektorganisationen basieren weitestgehend auf zentralisierten Kommunikations- und Koordinationsstrukturen. Für die Lösung komplexer Problemstellungen sind diese Strukturen nur sehr bedingt geeignet
- Die Projektbeteiligten sind gleichzeitig in die aktuellen Projektstrukturen und auch in die Aufbauorganisation ihrer Institution eingebunden (Matrixorganisation). Dies führt in vielen Fällen zu Konflikten und erschwert den Aufbau effektiver interdisziplinärer Teamprozesse.
- Die in den meisten Fällen starre Projektorganisation ermöglicht keine Berücksichtigung der hohen Dynamik. Eine Einbindung von Prozessen zur Reorganisation der Organisationsstrukturen wird nicht vorgesehen.

4.4.1 Grundlagen

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen zu den Themen der Projektorganisation und Managementstrategien erläutert, welche der Konzeption des im weiteren beschriebenen Teilmodells zugrunde liegen.

4.4.1.1 Organisationsstrukturen

In der Praxis sind verschiedene Organisationsstrukturen im Einsatz, die im folgenden mit ihren Vor- und Nachteilen erläutert werden [vgl. Jeus94].

Eine starre **hierarchische Ordnung** gilt nach Burkhard [Burc02] als ökonomisch effizienteste Organisationsform zur Fertigung einfacher Standardprodukte für stabile Massenmärkte. Sie ist für Routinearbeiten mit geringer Komplexität gut geeignet, weniger jedoch für Neuentwicklungen, da sie eine geringe Flexibilität gewährleistet. Als Nachteile sind ein nicht erweiterbarer „Ressourcenpool“ zu nennen.

Bei der interorganisatorischen Netzwerkbildung (**vernetzte Organisation**) gehen Unternehmen mit anderen, rechtlich selbstständigen Unternehmen intensive langfristige Verbindungen in Form von „Joint Venture“ oder „strategischen Allianzen“ [vgl. Müll99] ein. Dadurch lassen sich bei marktunsicheren Situationen Risiken aufteilen, gleichzeitig aber auch Synergien schaffen. Die Vernetzung ermöglicht zudem eine Erweiterung benötigter Ressourcen und Wissens. Intern behalten die Unternehmen ihre spezifische Organisationsstruktur bei. Diese Organisationsform eignet sich daher gut für eine schnelle Generierung einfacher Lösungen. Durch die überlappende Einbindung der Mitarbeiter sowohl in die bestehende Unternehmenshierarchie als auch in die Projektorganisation (Matrixorganisation) kann es allerdings zu Verantwortungsproblemen kommen. Voraussetzung zur erfolgreichen Realisierung ist daher eine hohe Flexibilität aller Beteiligten zur Erzeugung dynamischer Organisationsstrukturen. Die räumliche Verteilung bedingt zudem einen hohen Kommunikationsaufwand.

Eine organisatorische Modularisierung (**Modulare Organisation**) basiert auf einer Strukturierung der Unternehmensorganisation in kleine Einheiten (sogenannte Module). Die Koordination dieser Module erfolgt in teamorientierten Strukturen – die Entscheidungskompetenz wird in den Modulen dezentralisiert. Als Vorteile einer solchen Modularisierung sind eine vereinfachte Anpassungen und Reorganisationzu nennen. Daneben wird die Kommunikation und Koordination in den Gruppenstrukturen vereinfacht. Zudem kann die planungsspezifischen Dynamik gut erfasst werden, da die Modulbildung aus dem aktuellen Planungskontext heraus erfolgt.

Bei **virtuellen Unternehmen** (VU) handelt es sich um lose gekoppeltes Netzwerke unabhängiger Unternehmen, die sich zum Zwecke einer gemeinsamen Zielerreichung zeitlich befristet zusammenschließen und nach außen als ein einziges Unternehmen auftreten. Die einzelnen Unternehmen konzentrieren sich hierbei auf ihre Kernkompetenzen. Zur Erbringung der Gesamtleistung vernetzen die Unternehmen diese Kernkompetenzen und Ressourcen dynamisch über die Bildung problembezogener, interdisziplinärer und unternehmensübergreifender Projektteams. So soll eine flexible vernetzte Bearbeitung der Problemstellungen erreicht werden.

VU stellen also eine Verbindung der beiden Ansätze der Vernetzung und Modularisierung dar, wobei auf die Einrichtung einer speziellen zentralen Führungsinstanz verzichtet wird. Diese starke Autonomie der beteiligten Module stellt allerdings sehr hohe Anforderungen an die Fähigkeit zur Selbstorganisation, zu flexibler Strukturanpassung und erfordert ein hohes Maß an Kommunikation. Sie zeichnet sich aber dabei durch eine hohe Flexibilität und Reaktionsschnelligkeit bei standortverteilter und standortunabhängige Zusammenarbeit aus. Durch die Bildung solcher unternehmensübergreifende Netzwerke kann eine Qualitätsverbesserung komplexer Produkte und Prozesse erreicht werden.

Wahl der geeigneten Organisationstruktur

Die folgende Matrix zeigt die vier vorgestellten Organisationsstrategien, die über die Merkmale „Produktkomplexität“, und „Marktunsicherheit“ klassifiziert werden. Diese beiden Merkmale leiten sich aus der Aufgabenstellung eines Projektes ab: Die Problemkomplexität als Merkmal der Aufgabe selbst und die Marktunsicherheit als Merkmal des Umfeldes, in dem die Aufgabe zu erfüllen ist. Die Wahl der geeigneten Organisationsstrategie sollte so je nach der Art der Projektaufgabe und gegebenen Rahmenbedingungen erfolgen.

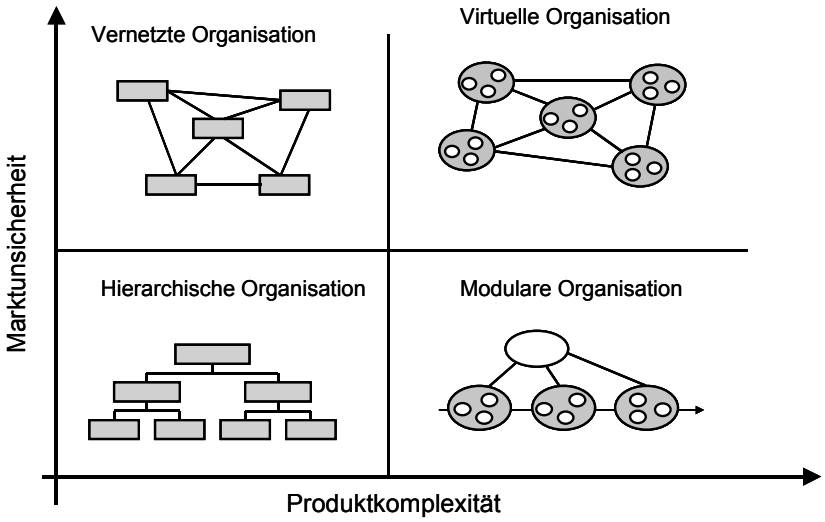


Abbildung 4.4-2: Organisationsformen im Vergleich

Generell können teambasierte flexible Organisationsformen im Gegensatz zu starren, hierarchisch oder segmantiert aufgebauten Organiationen komplexe innovative Problemstellungen innerhalb dynamischer Rahmenbedingungen wesentlich effizienter lösen. Der bei virtuellen Unternehmen häufig anzutreffende Verzicht auf eine zentrale koordinierende Instanz erscheint allerdings problematisch, da die hohen Anforderungen an die beteitigten Partner hinsichtlich Selbstorganisation und hoher Kommunikationsbereitschaft zu einem kritischen Faktor werden können.

4.4.1.2 Managementstrategien

Die Managementstrategie beschreibt die Zuordnung der Managementtätigkeiten bzw. Verantwortlichkeiten zu den beteilgten organisatorischen Einheiten. Hiermit wird geregelt, inwieweit die Projektbeteiligten in den Managementprozess und die damit einhergehenden Entscheidungen einbezogen werden.

Die **Gesellschaft für Projektmanagement** (GPM) [vgl. Jeus94] hat einen Managementkreis erarbeitet, der den Führungsprozess mit den Hauptfunktionen „Ziele setzen“, „Planen“, „Entscheiden“, „Realisieren“ und „Kontrollieren“ beschreibt: Der Führungskreis stellt eine in sich geschlossene Einheit dar, aus der kein Segment bzw. keine Funktion weggelassen werden kann, ohne die wirksame Erfüllung der Gesamtaufgabe des Managements zu gefährden. Die einzelnen Führungsfunktionen haben dabei eine feste Aufeinanderfolge:

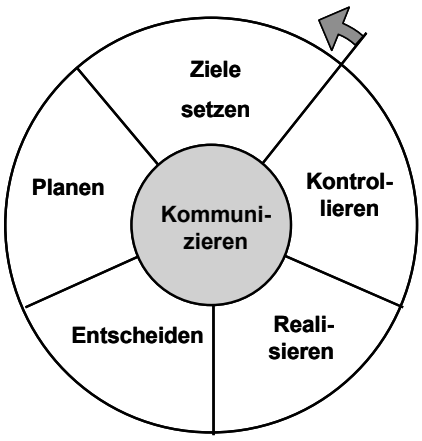


Abbildung 4.4-3: Führungskreis der GPM [Jeus94]

Zunächst erfolgt die Zieldefinition des Projektes und hierauf aufbauend die Planung, wie diese Ziele am besten zu erreichen sind. Man entscheidet sich sodann für einen Plan und organisiert die Ressourcen so, dass die Ziele am besten realisiert werden. Danach wird das Ergebnis kontrolliert und mit den Zielvorgaben verglichen. Die Kommunikation stellt dabei die Kernfunktion dar, welche die Ausübung der anderen Funktionen erst ermöglicht. Die einzelnen Führungsfunktionen können unterschiedlich gestaltet werden, um die Managementaufgabe zu lösen. Als Gestaltungshilfen wurden verschiedenen Führungsmodelle entwickelt.

Management by Objectives (MbO)

Die „Führung durch Zielvereinbarung“ stellt die Funktion der Zielereichung in den Vordergrund: Wichtig ist die wirksamste Zielereichung, unabhängig von den dazu eingesetzten Verfahren. Für die einzelnen organisatorischen Einheiten bedeutet dies Handlungsfreiheit hinsichtlich der Wahl der Methoden zur Zielerreichung, wobei die Zielformulierung partizipativ erfolgt. Die Kontrolle erfolgt ergebnisorientiert hinsichtlich der Zielerreichung. Dieses Managementkonzept erscheint nach Müller [Müll99] besonders geeignet für modulare Organisationsformen, da eine Überlappung von Verantwortung und Entscheidungsbefugnis gewährleistet werden kann.

Management by Exception (MbE)

Beim Management by Exception (MbE) werden grundsätzlich alle Aufgaben, die nicht explizit dem Vorgesetzen überlassen bleiben müssen, delegiert. Der Ermessensspielraum der Mitarbeiter wird aus der aktuellen Situation heraus personen- und aufgabenspezifisch genau abgegrenzt. Die Aufgabengebiete sind dabei klar zu definieren und werden selbstständig bearbeitet, wobei die Zielvorgaben in Form von Sollwerten von der vorgesetzten Instanz vorgegeben werden. Entscheidungen zur Zielerreichung werden vom Mitarbeiter innerhalb des ihm zugewiesenen Ermessensspielraumes selbst gefällt und verantwortet.

Management by Delegation (MbD)

Beim MbD liegt eine strenge Unterscheidung zwischen Führungs- und Sachaufgaben vor. Nur Sachaufgaben und die damit eng verbundene Handlungsverantwortung werden an die Mitarbeiter delegiert. An die Stelle von Eigenverantwortung und Spielraum tritt die strenge Definition von Richtlinien und Delegation. Es erfolgt dabei eine strenge Kontrolle sowohl hinsichtlich der Ergebnisse als auch bezüglich des Arbeitsverhalten durch den Vorgesetzen. Dieses Managementkonzept ist nur sinnvoll in hierarchisch geprägten Organisationsstrukturen einsetzbar, moderne Organisationsstrukturen, wie Team- oder Projektorganisation, unterstützt dieses Konzept nicht.

Weiterführende Erläuterungen zu den Themen Projektorganisation und Managementstrategie können Müller [Müll99 sowie Jeus94] entnommen werden.

4.4.2 Anforderungen und Lösungsansätze

Ziel der Arbeiten an diesem Teilmodell ist – bezugnehmend auf die oben beschriebenen Probleme herkömmlicher Projektorganisationen – die Entwicklung einer modularen Organisationsstruktur für komplexe Entwicklungsprojekte, welche in Verbindung mit einer partizipativen Managementstrategie in effektiver Weise verteilte Teamprozesse unterstützt. Bezugnehmend zum Konzept der phasenorientierten Projektplanung (vgl. Kapitel 4.1.4) soll ein prozessorientiertes Management unterstützt werden und damit den Spezifika räumlich verteilt stattfindender dynamischer Entwicklungsprojekte Rechnung getragen werden.

In der Managementlehre besteht Einverständnis darüber [vgl. Brin98, KrSc94, Lass92, Müll99], dass ein Grundgedanken eines prozessorientierten Managements die Schaffung gewünschter kundenorientierter Strukturen durch die Nutzung flexibler Gruppenarbeit darstellt. Dies setzt eine Veränderung bestehender, meist auf hierarchischen, autoritären Prinzipien beruhenden Führungsstrukturen voraus. Ausgangspunkt und Motivation für dieses Überdenken von Organisationsstrukturen ist die Abkehr von einem kausal-analytischen linearem Denken [vgl. Müll99, Wieg95], dessen Kennzeichen, tayloristischen Ansätzen folgend (vgl. Kapitel 4.2), eine isolierte Zerlegung von Abläufen in überschaubare und verifizierbare Einzelprozesse und deren Vergabe an isoliert agierende organisatorische Einheiten darstellt. Die konzeptionellen und arbeitspsychologischen Nachteile eines solchen Managementansatzes sind inzwischen bekannt und wis-

senschaftlich wie empirisch bestätigt [Sayn97]. Methodische Grundlage der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Konzepte ist die Anwendung und Nutzung der Potentiale einer **ganzheitlich-systemische Denkweise** (vgl. Kapitel 2.2), die Projekte und Organisationen als komplexe soziale Systeme versteht [Ropo75]. Hierbei versucht man, die Komplexität und die damit verbundenen Koordinations- und Anpassungsprobleme durch eine Funktionsspezialisierung relativ autonomer aber vernetzter Subsysteme zu gewährleisten. Anders als bei der partiellen Optimierung einzelner Schritte des Wertschöpfungsprozesses (Taylorismus) versucht man, bisher getrennt betrachtete Bereiche ganzheitlich in Hinblick auf die Gesamtzielsetzung zu optimieren. Die verschiedenen Planungsprozesse werden dabei ausgehend von ihren inhaltlichen Wechselwirkungen in entsprechenden Verantwortungsbereichen integriert und organisatorisch selbstständig durchgeführt und koordiniert. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Integrationsgedanken.

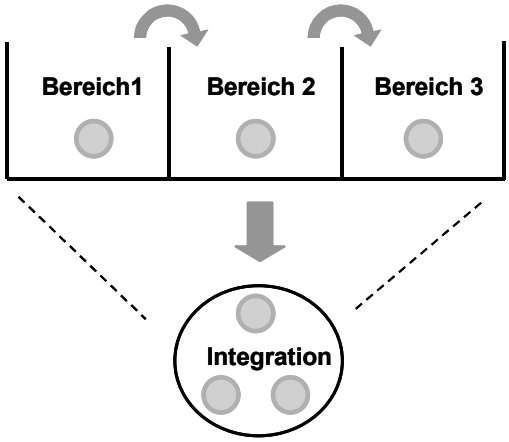


Abbildung 4.4-4: organisatorische Integration

Die Projektkoordination erfolgt dabei im Sinne einer kontrollierten Autonomie, wobei die **Selbstorganisation** der beteiligten Teams der strategischen und inhaltlichen Ausrichtung des Gesamtprojektes unterzuordnen ist. Entsprechend dem Ansatz einer koordinierten Selbstorganisation [Jeus94] wird die mit vielen arbeitspsychologischen Nachteilen verbundene Fremdorganisation des traditionellen Projektmanagements durch **partizipatives Management** ersetzt. Eine Projektsteuerung ist daher soweit wie möglich auf das Setzen von Randbedingungen zu beschränken, um das eigenverantwortliche Verhalten von Projektteams zu fördern.

Den zentralen Lösungsansatz für dieses Teilmodell stellt so die Konzeption einer an den Planungsprozess orientierten, **modularen Projekt- und Organisationsstruktur** dar, die eine flexible phasenorientierte Reorganisation des Projektes in themenbezogene Teams aus dem aktuellen Planungskontext heraus ermöglicht. Ein weitere Punkt ist die Erarbeitung einer darauf abgestimmten teamorientierten Managementstrategie.

4.4.3 Konzeption des Organisationsmodells

Ausgehend von den erläuterten Untersuchungen verschiedener Ansätze zur Projektorganisation wurde deutlich, dass die Wahl der geeigneten Organisationsstruktur sehr stark von der Art und Komplexität der Projektaufgabe und der gegebenen Rahmenbedingungen der Projektdurchführung abhängt. Da innovative Produktentwicklungen im Baubereich vielschichtige Problemstellungen mit hohem Vernetzungsgrad darstellen, die innerhalb recht dynamischer Randbedingungen gelöst werden müssen, so erscheint eine modulare prozessorientierte Strukturbildung als geeignete Organisationsstruktur.

Die Grundidee dieser organisatorischen Modularisierung ist eine Gliederung der Projektorganisation in kleine, überschaubare Einheiten (Teams), welche auf der Basis integrierter kundenorientierter Prozesse agieren. Die **prozessbegleitende Reorganisation** erfolgt dabei im Sinne eines organisatorischen „Rapid Prototyping“ [Müll99]. Zur Erbringung der gesamten Planungsleistung werden die beteiligten organisatorischen Einheiten dabei unter Einbringung ihrer individuellen Kernkompetenzen und Ressourcen prozessorientiert über die Bildung problembezogener, interdisziplinärer und unternehmensübergreifender Projektteams vernetzt.

Das Team als organisatorische Einheit stellt im hier beschriebenen Konzept einen wichtigen Punkt dar. Da der Begriff „Team“ in der Literatur sehr unterschiedlich benutzt wird, soll für diese Arbeit bezugnehmend auf [Burc02] folgende Begriffsdefinition gelten:

Definition Ein **Team** ist eine durch Gedanken- und Informationsaustausch miteinander verbundene eigenständige organisatorische Einheit von Menschen mit verschiedenen Kompetenzen und Wissen, die in gemeinsamer Verantwortung und gegenseitiger Verpflichtung an einer Aufgabe arbeiten, um klar umrissene Ziele zu verwirklichen.

Die Koordination dieser Teams erfolgt dabei in flachen teamorientierten Strukturen – die Entscheidungskompetenz wird zum größten Teil in den Teammodulen dezentralisiert. In diesem Konzept weisen die Teams so folgende Merkmale auf:

- Kleine eigenständige organisatorische Einheit
- Eigenverantwortliche Bearbeitung einer umfassenden Aufgabe
- Selbstorganisation innerhalb vorgegebener Rahmenbedingungen

Diese teamorientierte Organisation vernetzt in effektiver Weise die Einzelkompetenzen der Planer, bettet ihre individuellen Tätigkeiten in einen Gesamtzusammenhang ein und ermöglich so Synergieeffekte.

Um hierbei eine ganzheitliche Koordination der verteilt stattfinden Planungsprozesse auch über die Teamgrenzen hinweg gewährleisten zu können, wird auf Projektebene eine **koordinierende Instanz** (siehe Abbildung 4.4-5) eingerichtet. Sie bildet den koordinierenden Rahmen für die auf Teamebene stattfindenden Planungsprozesse. Die Wichtigkeit einer solchen Stelle zeigen die Probleme sogenannter virtueller Unternehmen [vgl. Kohl02]. Diese verzichten völlig auf die Einrichtung einer speziellen zentralen Führungsinstanz und geben zudem meist nur implizite Ko-

operationsregeln vor, was die Gefahr eines unabgestimmten und kontraproduktiven Vorgehens birgt.

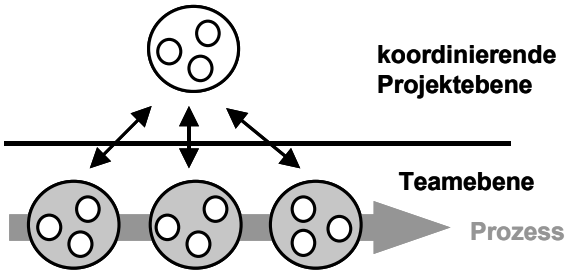


Abbildung 4.4-5: Schema der modularen prozessorientierten Projektstruktur

Bei der Wahl der Organisationsstruktur muss berücksichtigt werden, dass diese in sehr enger Wechselwirkung mit der Kommunikationsstruktur des Projektes steht. Mit der Festlegung von organisatorischen Vernetzungen werden so auch die Weichen für die im Projekt stattfindenden Informationsflüsse gelegt. Eine ausführliche Erläuterung der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten informationslogistischen Strukturen erfolgt bei der Beschreibung des Informationsflussmodells in Kapitel 4.6.

4.4.3.1 Einbindung der Reorganisationsmaßnahmen in den Planungsprozess

Die im Rahmen der Projektplanung phasenbezogen stattfindende Bildung der Organisationsstruktur bietet eine hohe Flexibilität, da sie sich aus den aktuellen Problemstellungen heraus ergibt und zu Projektbeginn nicht starr vorausgeplant werden muss. So wird bezugnehmend auf den aktuellen Planungskontext eine **flexible phasenorientierte Reorganisation** des Projektes ermöglicht. Zudem kann auf die hohe Dynamik der sich verändernden Randbedingungen eingegangen werden und das bis zu diesem Zeitpunkt innerhalb des Projektes bereits gewonnene Wissen in den Prozess der Projektreorganisation eingebunden werden.

Zu Beginn jeder Projektphase findet die strategischen Planung für diese Phase statt (vgl. Kapitel 4.1.4). Wie in Abbildung 4.4-6 dargestellt, werden auf Grundlage einer Konkretisierung und Anpassung der Projektziele aus den operativen Teilzielen des Projektes sogenannte Aufgabenkomplexe abgeleitet. Sie beinhalten interdisziplinäre Problemstellungen, die inhaltlich eng verknüpft sind, da sie sich auf dasselbe Strukturobjekt (vgl. Kapitel 4.2.3) beziehen. Sie bilden daher die Bezugseinheit zur Bildung der Teamstruktur der Phase.

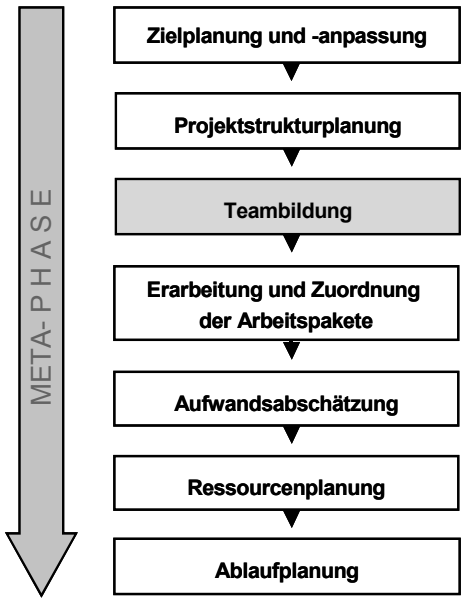


Abbildung 4.4-6: Einbindung der Teambildung in den Prozess der Projektplanung

4.4.3.2 Konzept eines partizipativen zielorientierten Managements

Aufgabe des Managements ist es, die verschiedenen Beteiligten auf die Zielsetzung des Gesamtvorhabens auszurichten und entsprechend zu koordinieren. Das Managementkonzept beschreibt somit die Gestaltung und Handhabung der Leitungs- und Managementtätigkeiten innerhalb eines Projektes sowie innerhalb der zugehörigen Module bzw. Planerteams. Sie regelt die Verteilung der Koordinationsaufgaben und Verantwortlichkeiten auf die beteiligten organisatorischen Einheiten. Die Gestaltung dieses Managementkonzeptes und die Struktur des Projektorganisation stehen daher in enger Wechselwirkung und müssen sorgfältig aufeinander abgestimmt werden.

Die Selbstkoordination des Planungsteams geschieht in dem hier vorgestellten Konzept in Anlehnung an den Ansatzes des „Management by Objectives“ (vgl. Abschnitt 4.4.1.2). Die Teams besitzen hierbei die Freiheit, unter Berücksichtigung der übergeordneten taktischen und operativen Projektziele (vgl. Kapitel 4.3.3.2) die eigene Handlungsziele in Bezug auf das Planungsvorgehen eigenständig zu formulieren und so auch selbst Veränderungs- und Entwicklungsaktivitäten initiieren zu können. Wichtig ist bei diesem Managementansatz die wirksamste ergebnisbezogene Zielereichung, unabhängig von den dazu eingesetzten Verfahren bzw. der hierzu angewandten Problemlösungsstrategie. Das Team agiert so als ziel- und handlungsgestaltendes System (vgl. Kapitel 4.1.1). Die einzelnen organisatorischen Einheiten verfügen somit über Handlungsfreiheit hinsichtlich der Wahl der Methoden zur Zielerreichung. In dem hier beschriebenen Ansatz werden die projektbeteiligten zudem in den Zielfindungsprozess eingebunden (vgl. Abschnitt 4.3.4). Die gemeinschaftliche Zielvereinbarung wird hier als Dialogform genutzt, um die subjektive Komplexität von Entscheidungssituationen zu reduzieren.

Ein wichtiger Aspekt des hier vorgestellten, teamorientierten Organisationskonzeptes ist es somit, die Teams zu inhaltlichen und organisatorischen Veränderungsaktivitäten beitragen zu lassen, indem es den hierzu notwendigen planerischen Freiraum schafft und den Planerteams zudem möglichst große Freiheit in der Wahl ihrer Arbeitsmethoden bietet. So können Entwicklungsspielräume geschaffen und eine Einschränkung des Lösungsraumes verhindert werden. Ziel ist es so, qualitäts- und effizienzsteigernde Maßnahmen in den Teams selbst zu initiieren, da dort die größte Kompetenz sowohl hinsichtlich der eigentlichen Problemlösung als auch bezüglich der dazu angewandten Problemlösungsstrategie liegt.

Bezugnehmend auf das Gesamtsystem findet in dem hier vorgestellten Konzept das Management sowohl auf Projekt- als auch auf Teamebene partizipativ statt. Die Aufgaben der Projektleitung und -koordination werden dabei nicht uneingeschränkt auf eine Person konzentriert, sondern werden entsprechend den methodischen und sozialen Fähigkeiten der Projektmitglieder verteilt. Das hier angewandte Managementkonzept, das man auch als **„Führung durch Kompetenz“** beschreiben könnte, löst sich damit zum Teil vom personengebundenen Führungsbegriff, indem Personen mit entsprechender Kompetenz innerhalb der Gruppe als Führung für diesen Managementbereich akzeptiert werden. Diese Verteilung der Führungs- bzw. Leitungsaufgaben fördert zudem das Verantwortungsbewusstsein und die Motivation der Teammitglieder.

Projektbezogene Managementbereiche

Um eine praktikable Zuordnung der Managementaufgaben ermöglichen zu können, ist es zunächst notwendig, die verschiedenen projektrelevanten Aufgabenbereiche genauer zu analysieren und konkrete Managementbereiche daraus abzuleiten. Das Management eines Projektes bzw. Teams beinhaltet eine Vielzahl von Managementaufgaben (vgl. auch 4.3.3.4), die wiederum recht unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen zugeordnet werden können. In Erweiterung der von der Gesellschaft für Projektmanagement erarbeiteten abstrakten Hauptfunktionen des Führungsprozesses (vgl. Abschnitt 4.4.1.2) wurden für das hier vorgestellte Projektmodell, wie in Abbildung 4.4-7 dargestellt, folgende relevanten Managementbereiche erarbeitet.

- **Moderation und Coaching (M+C)**: Förderung von Motivation und Engagement aller Betroffenen, Moderation von Sitzungen und Besprechungen, soziale Betreuung der Beteiligten und Unterstützung der gruppeninternen Kommunikation
- **Inhaltliche Koordination (IK)**: Erarbeitung von Zielsetzungen und Anforderungen sowie die Identifikation und Handhabung von Zielkonflikten, Ableitung der Planungsaufgaben und das Zielcontrolling
- **Aufbauorganisation (AO)**: Aufbau einer zeitlich befristeten Projektorganisation mit klarer Definition der notwendigen Rollen, Verantwortungen und notwendigen Kompetenzen
- **Projektsteuerung (P+S)**: Planung von realistischen Kosten und Terminen und deren laufende Überwachung und rechtzeitige Steuerung

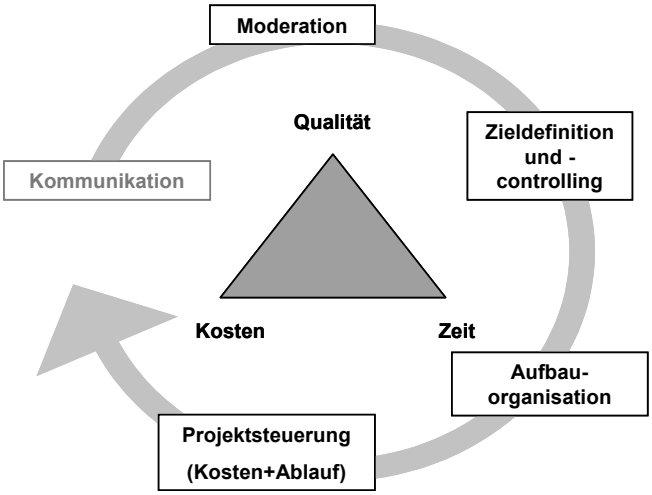


Abbildung 4.4-7: Projektrelevante Managementbereiche

Die Koordination der Kommunikationsflüsse innerhalb des Teams sowie nach außen dient als Basisfunktion. Diese Aufgabe des Managementbereiches Moderation und Coaching wird in diesem Konzept durch ein entsprechendes informationslogistisches Konzept (vgl. Kapitel 4.6.3.3) unterstützt.

Die verschiedenen Managementbereiche können je nach Rahmenbedingungen des Projektes unterschiedlich gestaltet und zugeordnet werden, um die Managementaufgabe zu lösen. Diese Zuordnung der Managementaufgaben zu den Planungsbeteiligten geschieht auf Grundlage der gewählten Managementstrategie. Im Rahmen dieser Arbeit werden zur konkreten Zuordnung und Koordination der beschriebenen Managementbereiche verschiedene **organisatorische Rolle**n konzipiert.

4.4.3.3 Organisatorischen Rollen zur Regelung der Verantwortlichkeiten

Für eine geeignete und flexible Strukturierung und Koordinierung von projektbezogenen Interaktionen erweisen sich Rollenkonzepte als ein besonders geeigneter Ansatz [vgl. BoSc98]. Dieses Konzept der funktionsbezogenen Rolle bestimmt dabei sowohl die fachliche und organisatorische Funktion des Einzelnen in Beziehung zum Gruppenprozess sowie die Rechte und Pflichten des Mitglieds innerhalb des Projektes. Die Projektrollen beschreiben die verschiedenen thematische Handlungsbereiche bzw. die verschiedenen Disziplinen der Projektabwicklung. Über sie erfolgt zudem, wie im weitern erläutert, die Koordination der Planungsaufgaben und Regelung der Prozessverantwortlichkeit.

Definition **Projektrollen** beschreiben Handlungsbereiche, welche den Projektbeteiligten (Handlungsträgern) als Teil des Handlungssystems „Projekt“ als organisatorische Projektfunktionen zugewiesen werden und über welche die Verantwortlichkeiten für die projektbezogenen Planungs- und Managementhandlungen geregelt werden.

Um bezugnehmend zu den in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Hauptfunktionen des Projektes sowohl Handlungsbereiche der Objektplanung als auch des Projektmanagements abdecken zu können, wird sowohl die Erfassung **fachlicher Rollen** zur eigentlichen Objektplanung als auch die Verwaltung von **Managementrollen** notwendig.

Eine Rolle wird eindeutig einer Person zugeordnet, um eine klare personenbezogene Verantwortlichkeit gewährleisten zu können. Erfahrungen in den am Institut für Industrielle Bauproduktion der Universität Karlsruhe von der Autorin betreuten Anwendungsprojekten zeigten, dass zwar vertraglich gesehen die Institution bzw. das Planerbüro als Auftragnehmer die verantwortliche übergeordnete organisatorische Einheit darstellt, dass es zur Bewerkstelligung einer kooperativen und somit teamorientierten Planung aber notwendig ist, eine eindeutige Person aus diesem Planerbüro als verbindlichen Bearbeiter und inhaltlichen Ansprechpartner festzulegen. Ist nicht nachvollziehbar, welche Person die projektbezogenen Planungsleistungen im Planungsbüro erbringt, ist es kaum möglich, diese Person inhaltlich in den Gesamtprozess und das Team einzubinden, was zu einer isolierten Bearbeitung führt und somit dem genannten integralen Planungsansatz entgegensteht.

Bei Bedarf (z.B. weitergehender Bedarf an Arbeitskapazitäten) kann allerdings eine flexible Erweiterung des Ressourcenpools durch hinzuziehen weiterer Mitarbeiter aus der Institution erfolgen, zu welcher der Rollenträger gehört. Der Rollenträger bleibt aber weiterhin der verantwortliche Ansprechpartner. Die Regelung der Verantwortlichkeiten bietet so eine hohe Flexibilität bezüglich des Ressourcenmanagements und ermöglicht zudem eine nachvollziehbare Handhabung von Vertreterregelungen. Die konkrete Verwaltung der zuständigen Rolle erfolgt in einem dem Arbeitspaket zugeordneten *Prozess* (vgl. Kapitel 4.5.3.1*)*. Dieser Prozess dient der laufzeitbezogenen Koordination der Aufgabenbearbeitung, so dass hier neben der Regelung der Prozess-Zuständigkeit auch Termine und Prozesskosten verwaltet werden.

Zuständigkeitsbereiche und Inhalte der organisatorischen Rollen

Durch die steigenden Ansprüche an das Produkt „Gebäude“ werden immer weitere Themengebiete bzw. Handlungsfelder als planungsrelevant erkannt, die bisher kaum bearbeitet wurden. Dies hat zur Folge, dass das Wissen der traditionellen Fachplanerdisziplinen zur Lösung dieser komplexen, neuen Problemstellungen in vielen Fällen nicht ausreicht und einzelne Planer sich auf immer vielfältigere und zum Teil neuartige Themengebiete spezialisieren. In der Bauplanungspraxis scheint sich so z.B. das neue Berufsbild des „Materialökologen“ langsam zu etablieren [vgl. SiBr04]. Somit kommt es zu einer starken Diversifikation der Ausrichtungen der Fachplanerdomänen. Die traditionellen Berufsbilder im Bereich der Bauplanung, sind hier nicht mehr ohne weiteres anwendbar. So ist z.B. gerade die Rolle des Architekten im Wandel, da sich der Schwerpunkt dessen Tätigkeitsfeldes immer mehr auf die architektonische bzw. gestalterische Fachplanung und hier zudem oft auf die reine Entwurfsplanung reduziert.

Auch die Rolle des Projektsteuerers wird im Rahmen dieser Arbeit hinterfragt. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung sowohl der reinen kosten- und zeitbezogenen Projektsteuerung als auch der Qualitätssicherung durch inhaltlichen Koordinierung des Projektes. In den meisten Praxisprojekten wird auf eine solche Stelle zur inhaltlichen Koordination

ganz verzichtet. bzw. die Projektsteuerung zieht sich mehr und mehr auf eine reine Steuerung der Größen Kosten und Zeit zurück. Der Bereich der Planungsqualität des sogenannten „Managementdreiecks“ [Litk95] (siehe Abbildung 4.4-8) wird trotz stark steigender qualitativer Anforderungen sehr unzureichend unterstützt.

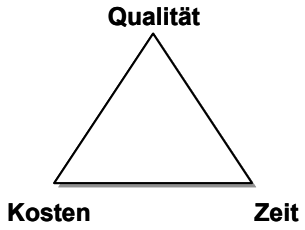


Abbildung 4.4-8: Managementdreieck nach Litke

Aus den genannten Gründen wird es in dem hier beschriebenen Ansatz ermöglicht, unabhängig von diesem zur Zeit in der Praxis angewandten traditionellen Rollenverständnis, die Handlungsbereiche der Objektplanung und des Managements entsprechend den konkreten inhaltlichen Erfordernissen des Projektes flexibel spezifizieren und verteilen zu können.

Projektrollen bündeln Handlungen mit ähnlicher thematischer Ausrichtung, welche inhaltlich eng verwandt sind und zur Bearbeitung ein sehr ähnliches Kompetenzprofil benötigen. Die fachlichen Rollen (FR) des Projektes nehmen dabei Bezug zu den konkreten Planungsinhalten des Projektes (vgl. Kapitel4.3.3.4) und sind daher projektspezifisch zu erarbeiten. Mit der Gestaltung der im weiteren erläuterten Management-Rollen (MR) sollen die Handlungsfelder des teamorientierten Managements gebündelt und verwaltet werden. Die in Abbildung 4.4-9 dargestellte Klassifikation zeigt die Gliederung der Projektrollen in Managementrollen sowie fachliche Rollen der Objektplanung.

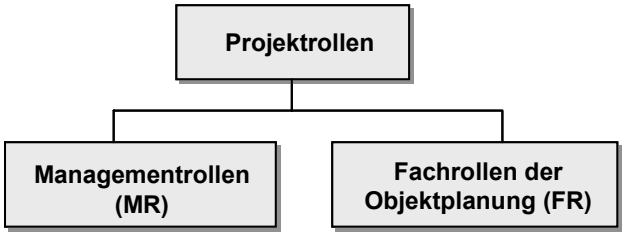


Abbildung 4.4-9: Projektrollen als organisatorische und fachliche Rollen

Projektmanagement-Rollen

Die organisatorischen Management-Rollen ermöglichen im Organisationsmodell die Koordination der Verantwortungsbereiche und sind Voraussetzung zur Regelung der Bearbeitungsrechte für die Kooperationsobjekte (Prozessdaten, Ziele und Anforderungen, Projektbeteiligte etc.). Die Spezifikation von flexibel koppelbaren Managementrollen ermöglicht die Anwendbarkeit auf verschiedene Organisationsstrategien, so dass projektspezifische organisatorische Rahmenbe-

dingungen berücksichtigt werden können. Ein weiterer Vorteil dieser flexiblen Rollen ist es, nicht an die starre domänenbezogene Verteilung von Management-aufgaben gebunden zu sein, die sich, gerade was die Rolle des Architekten betrifft, zur Zeit sehr stark verändern.

Abbildung 4.4-10 zeigt die verschiedenen Managementbereiche, die über diese Rollen konkret vergeben werden. Die Aufgabenzuordnung zu den Rollen geschieht dabei so, dass sie Tätigkeitsfelder zusammenfassen, die ein ähnliches Kompetenzprofil benötigen, also auch sinnvoll einer Person zugeordnet werden können. Hier liegt der große Unterschied zu den in der Praxis zumeist angewandten Managementansätzen: Diese bündeln einen Großteil der Managemetaufgaben in einer Person, obwohl diese Tätigkeiten sehr unterschiedliche Anforderungen an deren Kompetenz und Erfahrung stellen.

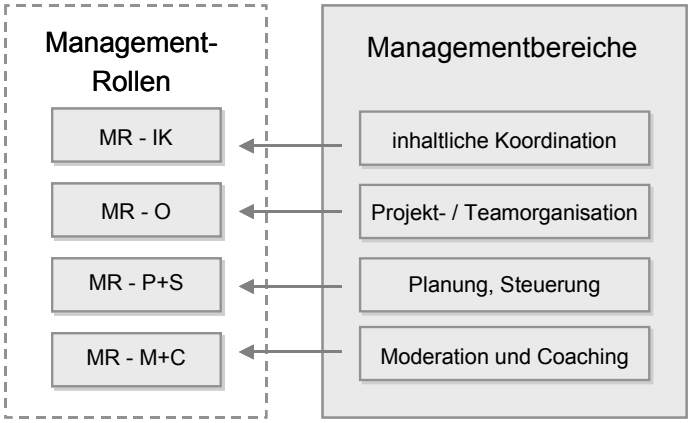


Abbildung 4.4-10: Zuständigkeitsbereiche der Managementrollen

Die **inhaltliche Koordination** erfordert so z.B. ein ganzheitliches inhaltliches Wissen über den gesamten Problemkontext der Planung bzw. der Teamaufgabe, um vorhandene Wechselwirkungen berücksichtigen zu können und mögliche inhaltliche bzw. qualitative Auswirkungen von Planungsentscheidungen abschätzen zu können. Diese Anforderungen können von einem hauptsächlich in den Bereichen Kosten und Zeit erfahrenen Projektsteuerer nur bedingt wahrgenommen werden. Bei der **Planung und Steuerung** hingegen ist methodische Erfahrung bei der Kosten- und Ablaufplanung und bei deren Controlling notwendig. Die Rolle des **Teammoderators und Coachs** setzt wiederum hohe soziale Kompetenz und Erfahrung im Umgang mit Menschen voraus. Auch hier erscheint die Definition einer separaten Managementrolle sinnvoll.

Die Managementrollen beinhalten Tätigkeiten, welche an den Managementobjekten, wie Ziele, Prozesse, Teams usw. vorgenommen werden. Sie regeln somit auch die Verantwortlichkeiten für die Projektmanagementobjekte. Sie werden daher im Softwareprototypen (vgl. Kapitel 5.2.4) auch genutzt, um entsprechende Zuständigkeiten bzw. Bearbeitungsrechte für deren einzelnen Objekte zu koordinieren.

- **Inhaltliche Koordination (IK):** Koordination der Ziel- und Anforderungsentwicklung und Ableitung von Planungsaufgaben (vgl. Teilmodell Ziel- und Aufgabensystem in Kapitel 4.3.4.7). Einen wichtigen Punkt stellt hier das Aufdecken und Kommunizieren inhaltlicher

Wechselwirkungen dar sowie ein hierauf aufbauendes Zielkonfliktmanagement. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Durchführung einer prozessbegleitenden Bewertung der Zielerfüllung.

- **Planung und Steuerung (P+S):** Zuständig für die Elemente des Teilmodells Prozessmodellierung (vgl. Kapitel 4.5.3.5) sowie die mit den Prozessen verwalteten Prozesskosten und Termine. Diese Rolle koordiniert zudem in Abstimmung mit der Teamorganisation die prozessorientierte Ressourcenplanung.
- **Projektorganisation (PO):** Zuständig für die Verwaltung der Projektorganisation (siehe Abbildung 4.4-11), Aufnahme neuer Personen in das Projekt oder Team sowie die Verwaltung der Managementrollen.
- **Moderation und Coaching (M+C):** Neben der soziale Betreuung der Beteiligten ist diese Funktion zuständig für die Initiierung und Moderation von Projekt- und Teamtreffen und betreut hierzu die entsprechenden Teamkalender. Einen weiteren wichtigen Punkt stellt die Betreuung der Teamkommunikation (vgl. Informationsflussmodell in Kapitel 4.6.3.3) dar.

Die verschiedenen Teilmodelle nehmen in ihrer Konzeption auch wiederum Bezug auf das hier beschriebene zweischichtiges Organisationskonzept (vgl. z.B. Ebenen des Prozessmanagements in Kapitel 4.5.3.1). So werden zum einen Rollen zur Koordinierung auf Projektebene spezifiziert sowie Teamrollen zu teaminternen Koordination.

Wie im oberen Abschnitt sowie in Kapitel 4.1.4 beschrieben, sind bei Anwendung des hier beschriebenen Modells die Aufgaben des Managements bis zu einem gewissen Grade standardisierbar. Das in Kapitel 4.1.4 beschriebene Vorgehensmodell für die Projektplanung schafft hier einen übergeordneten Rahmen und zeigt die relevanten Schritte zur Modellierung der Kooperationsobjekte bzw. Teilmodelle auf. Die einzelnen Arbeitsschritte zur Erstellung und Handhabung der Kooperationsobjekte sind in den Kapiteln der verschiedenen Teilmodelle mit einer Zuordnung zu den verschiedenen Managementrollen detailliert erläutert.

Mit der Übernahme einer Managementrolle ist die Bearbeitung von bestimmten Managementaufgaben und die Übernahme der Verantwortlichkeit für bestimmte Managementelemente verknüpft. Zur Gewährleistung des beschriebenen zweischichtigen organisatorischen Ansatzes wurden hierzu zwei Ebenen von Managementrollen konzipiert:

- Auf Projektebene gewährleisten **Projektmanagement-Rollen** (PM-R) die Zuordnung der Management-Verantwortlichkeiten für das Gesamtprojekt.
- Auf Teamebene (TM-F) wird das teaminterne Management selbstorganisiert über sogenannte **Teammanagement-Rollen** geregelt.

Hat eine Person entsprechend ihrer Kompetenzen eine Projektmanagementrolle inne, wird sie somit zum Koordinator dieses Managementbereiches auf Projektebene. Sie koordiniert dort die Gesamtzusammenhänge des Projektes und ist für das Anlegen und Editieren bestimmter Kooperationsobjekte dieser Ebene zuständig. Abbildung 4.4-11 zeigt beispielhaft die Verantwortlichkeiten für die Elemente des Zielsystems und des Prozessmodells.

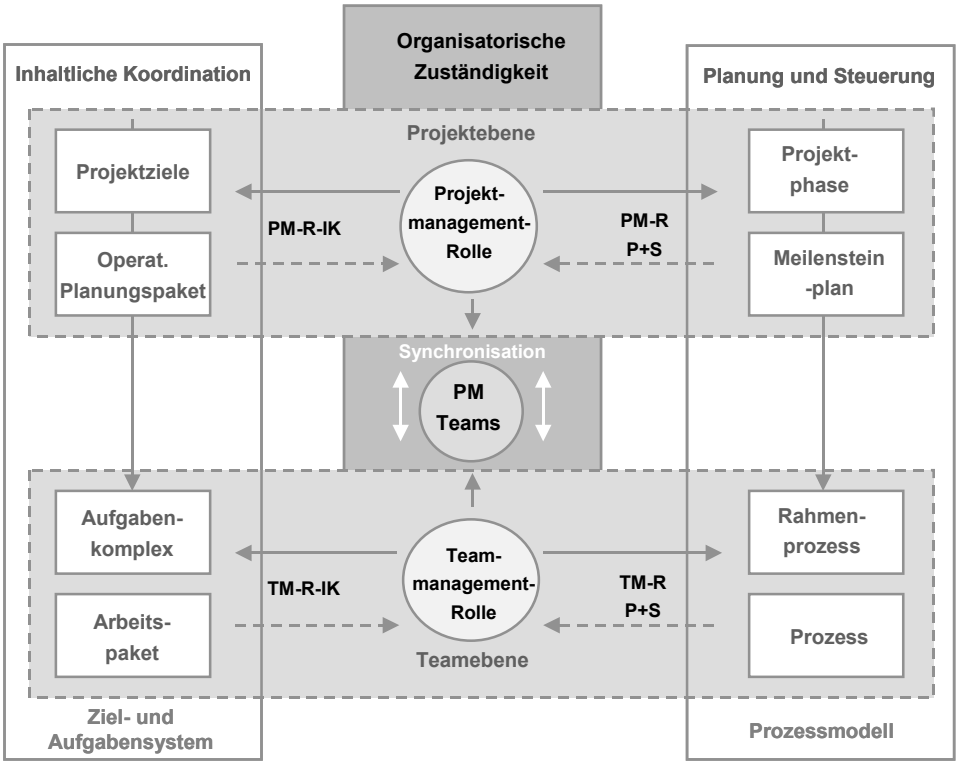


Abbildung 4.4-11: Verantwortlichkeiten für die Elemente der Teilmodelle

Auf der organisatorischen Teamebene werden ebenso verantwortliche Personen den Managementrollen für jedes Team zugeordnet. Sie sind zuständig für die entsprechenden Managementaufgaben in ihrem Team. Die Inhaber der verschiedenen Teamrollen werden zugleich auch Mitglied in entsprechenden **Managementteams** (PM-Team) für diesen Bereich. So soll eine ganzheitliche Koordinierung des Projektes und eine Abstimmung der Managementbelange der verschiedenen Teams sichergestellt werden. Die Regelung der allgemeine Zuständigkeiten für die Elemente des Organisationsmodell zeigt die folgende Tabelle:

Managementtätigkeiten	**Zuständige Funktion**
Institutionen ins Projekt aufnehmen und verwalten	PM-R-PO
Projektrollen anlegen und verwalten	PM-R-PO
Team anlegen	PM-R-PO
Teammanagementrollen zuordnen und verwalten	TM-R-PO
Personen in Team aufnehmen	TM-R-PO
Zuordnung der Rollen zu Prozessen	TM-R-PO

Abbildung 4.4-12: Managementtätigkeiten und zuständige Rollen

Die Regelung der Zuständigkeiten für die einzelnen Arbeitsschritte zur Modellierung des Teilmodells erfolgt bei der Erläuterung der Vorgehensweise zur Bildung und Handhabung der Organisationsstruktur in Abschnitt 4.4.4. Eine detaillierte Beschreibung der Zuständigkeiten und Regelung der Bearbeitungsrechte für die einzelnen Elemente der übrigen Teilmodelle erfolgt in den entsprechenden Kapitel der Teilmodelle.

Die fachlichen Rollen der Objektplanung

Ergänzend zu den beschriebenen Managementfunktionen dienen sogenannte Fachrollen der Spezifizierung und Koordination der **planerischen Handlungsfelder**. Um die spezifischen thematischen Problemstellungen des Projektes besser berücksichtigen zu könne, sind die Fachrollen nicht standardisiert, sondern werden je nach Ausrichtung projektspezifisch festgelegt. Sie werden bei der Projektbildung, wie in Kapitel 4.3.3.3.2 beschriebenen, aus den im System der Projektanforderungen spezifizierten funktionalen Leistungsmerkmalen des Projektes (Projektfunktionen) abgeleitet. Ihre Ausprägung hängt somit sehr stark von der jeweiligen thematischen Ausrichtung des Projektes ab. Soll z.B. eine Verwaltungsgebäude nach ökologischen Gesichtspunkten geplant werden, so kann es sinnvoll sein, eine spezielle Fachrolle „Fachplanung Ökologie“ zu spezifizieren.

Mit der Übernahme einer Fachrolle ist auch die Bearbeitung von entsprechenden Planungsaufgaben verbunden. Diese Rollen werden daher, wie im weiteren erläutert, zur Koordination der Planungsaufgaben und Regelung der Prozessverantwortlichen herangezogen.

4.4.3.3.1 Koordination von Aufgaben über die spezifizierten Projektrollen

Die Suche nach qualifizierten Aufgabenbearbeitern gestaltet sich zum Teil als schwierig, da oft nicht ohne weiteres bekannt ist, welches Projektmitglied zur Lösung spezieller Problemstellungen geeignet ist. Der Zugriff auf benötigte Kompetenzen wird im Projekt somit zu einem entscheidenden Schlüsselfaktor. Die Verwaltung der Projektrollen ermöglicht hier eine Abbildung von Kompetenzbereichen und die Bereitstellung einer Art „Kompetenzlandkarte“.

Bezugnehmend auf die Beschreibung und thematischen Klassifizierung der teambezogenen Arbeitspakete (vgl. Kapitel 4.3.3.4) können die zu deren Bearbeitung notwendigen fachlichen Qualifikationen identifiziert werden. Eine thematische Einordnung der Aufgabenstellungen wird hierbei durch eine Zuordnung zu den in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekten als Klassifizierungskriterien ermöglicht: Neben dem zugehörigen Bezugsobjekt (Produktkomponente, wie z.B. Fassade oder Tragwerk), wird unter anderem auch die entsprechende Objektfunktion (z.B. Akustik oder Beleuchtung) und aufgabenbezogene Projektphase beschrieben. Diese Informationen geben detaillierte Auskunft über die benötigte Qualifikation zur Aufgabenbearbeitung. Anhand der Aufgabenbeschreibung und dieser thematischen Einordnung der Aufgabenstellung kann so ein **Anforderungsprofil** für den Bearbeiter zusammengestellt werden, anhand dessen die Suche nach einer fachlichen Rolle erfolgt, die diesen thematischen Bereich abdeckt. Aus der Menge der projektspezifischen Fach- und Managementrollen ist dabei diejenige auszuwählen, welche der zur Aufgabenbearbeitung benötigten Qualifikation entspricht. Eine vom System

generierte Liste aller aufgrund des Anforderungsprofils in Frage kommenden Rollen (vgl. Generierung themenbezogener postkoordinativer Klassen in Kapitel 4.2.4) soll hier, wie folgende Abbildung zeigt, als Hilfestellung bei der Suche und Zuordnung zur Aufgabenstellungen dienen. Abbildung 4.4-13 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Abbildung 4.4-13: Suche der Planungsbeteiligten über Fachrollen

Die Aufgabenkoordination im Projekt bzw. die Suche nach Personen mit entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen zur Ausübung spezieller Aufgabenstellungen geht allerdings über den Abgleich bezüglich der beschriebenen Projektrollen als allgemeine Kompetenzbereiche hinaus. Vor der Zuordnung der Rolle zum Arbeitspaket wird daher erst untersucht, ob die persönlichen Qualifikationen und Fähigkeiten der Person, welche die Rolle inne hat, mit dem Anforderungsprofil des Arbeitspaketes übereinstimmt, da es hier ja nicht um den alleinigen Abgleich bezüglich des fachlichen Bereiches geht, sondern auch um methodische und soziale Kompetenzen oder die Beherrschung zur Ausgabenbearbeitung vorgesehener Software.

Im entsprechenden Personendokument wird hierzu ein sogenanntes **Kompetenzprofil** verwaltet, welches die Fähigkeiten und die Qualifikation der Person detailliert beschreibt. Wie im nächsten Abschnitt erläutert, werden hier sowohl fachliche als auch methodische und soziale Kompetenzen aufgeführt. Entspricht das Kompetenzprofil des Rollenträgers dem Anforderungsprofil des Arbeitspaketes, so wird diese Rolle als verantwortliche Stelle eingetragen. Wenn die Person, welche die gefundene Rolle belegt, nicht die benötigten spezifischen Kompetenzen für die Bearbeitung dieser konkreten Aufgabe hat, so kann eine zusätzliche Rolle angelegt werden, die das benötigte speziellere Kompetenzprofil abdeckt. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn es sich um die Detailplanung sehr ausgefallener Konstruktionsprinzipien handelt oder spezielle projektbegleitende Gutachten zu Randgebieten zu erstellen sind. Für die Bearbeitung dieses Arbeitspaketes ist dann eine entsprechende Person als Träger der Rolle zu suchen. Dies geschieht, wie im folgenden beschrieben, ebenfalls anhand des personenbezogenen Kompetenzprofils.

4.4.3.4 Das Kompetenzprofil als Hilfsmittel der Aufgaben-koordination

Wird eine Rolle neu angelegt oder umbesetzt, so muss eine entsprechend qualifizierte Person als Rollenträger gesucht werden. Dies geschieht auf zwei Ebenen: Zunächst wird innerhalb der bereits in das Projektes involvierten Personen gesucht, wobei durch die Bereitstellung einer **Kompetenzlandkarte** dabei die vorhandenen Qualifikationen der Projektbeteiligten entsprechend transparent gemacht werden können. Die Zuordnung der Personen zu den Rollen ge-

schieht anhand eines Abgleichs von benötigten zu vorhandenen Kompetenzen. Der Kompetenzbedarf einer Rolle ergibt sich aus einem zur Rollen beschriebenen Qualifikationsprofil. Sind der Rolle bereits Aufgaben zugeordnet, wie z.B. bei den standardisierten Managementrollen, so kann bei der Suche nach entsprechenden Person zudem auf die hier beschriebenen detaillierten Anforderungsprofile der Aufgaben Bezug genommen werden.

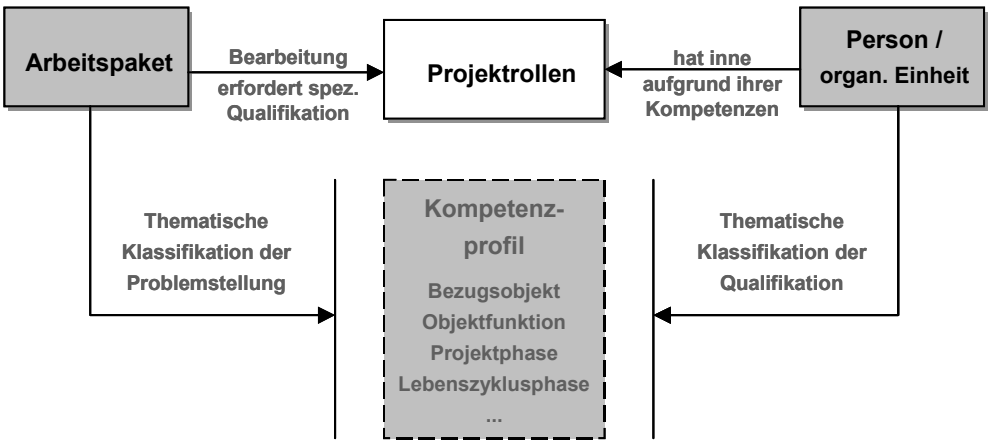


Abbildung 4.4-14: Das Kompetenzprofil als Hilfestellung bei der Aufgabenkoordination

Auf Seiten der Personen erfolgt die Beschreibung der vorhandenen Qualifikationen anhand des im folgenden Abschnitt beschriebenen **Kompetenzprofils**, welches einen detaillierten Abgleich bezüglich der fachlichen, methodischen und sozialen Kompetenzen erlaubt. Ist im Projekt keine entsprechend qualifizierte Person vorhanden, so wird die Suche auf die ins Projekt involvierten Institutionen ausgeweitet, da es sein könnte, dass hier Personen mit gesuchten speziellen Kompetenzen angestellt sind, die noch nicht direkt ins Projekt involviert sind. Hier hilft die Verwaltung eines sogenannten Unternehmensprofils bei der Suche. Ergänzt werden kann diese projektinterne Suche durch die Bereitstellung einer projektübergreifenden Wissensbasis. Hiermit können aus bereits abgeschlossenen Projekten die beteiligten Fachplaner bzw. Institutionen mit einer Klassifizierung der durchgeführten Arbeiten und des bereits erwähnten Unternehmensprofils verwaltet werden. Eine auf den hier beschriebenen Kontext anwendbare wissensbasierte Suche nach Kompetenzen für Forschungsvorhaben ist Inhalt des geplanten Forschungsprojektes ProCam der Universität Karlsruhe [KBGT02]. Wird auch über diese Wege keine entsprechend qualifizierte Person gefunden, so erfolgt die Suche anhand einer externen Ausschreibung. Konzepte zu einem projektbezogenen Ausschreibungsserver wurden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Informationslogistik [Info97] erarbeitet.

Die Inhalte des Kompetenzprofils

In dem hier beschriebenen Konzept können die Erfahrungen und Kenntnisse der Projektbeteiligten im Sinne einer **Kompetenzlandkarte** verwaltet werden, um bei Problemstellungen schnell den richtigen Ansprechpartner im Projekt zu finden. Hierzu wird für alle im Projekt involvierten Planer ein sogenanntes Kompetenzprofil verwaltet. Bei der Projekt- und Teambildung unterstützt der Zugriff auf die Kompetenzprofile der bereits involvierten Planer oder Institutionen

die Suche nach geeigneten Personen für die Zuordnung der Personen zu den beschriebenen Projektrollen. Kompetenz ist in diesem Zusammenhang nicht als rein fachliche Erfahrung bzw. Qualifikation zu sehen. Gerade im Bereich der Managementtätigkeiten sind es sehr wohl auch methodische und soziale Kompetenzen, die zu Bearbeitung einer Aufgabe befähigen. Die Spezifikation der vorhandenen Qualifikation erfolgt im Kompetenzprofil, wie Abbildung 4.4-15 zeigt, anhand der folgenden Kompetenzbereiche.

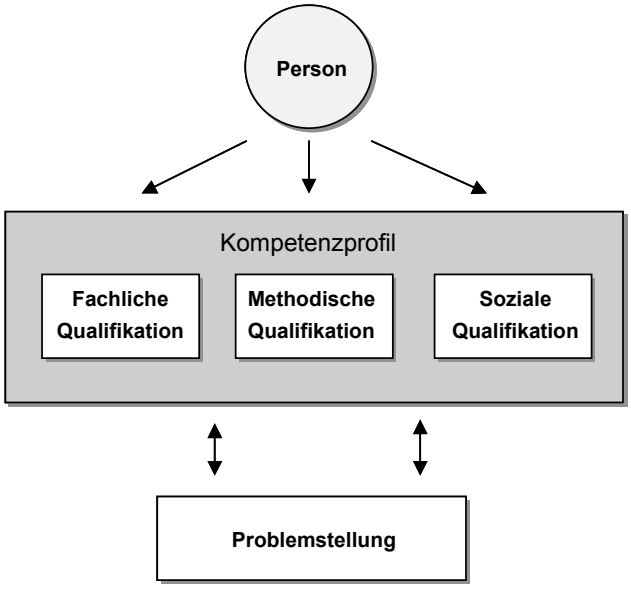


Abbildung 4.4-15: Bereiche des Kompetenzprofils

Über die **fachliche Kompetenz** werden fachlichen Bereiche und Themengebiete abgebildet werden, in denen die Person entsprechende Kenntnisse besitzt. Hierzu zählen:

- Bisher bearbeitete Projektarten, wie Schulbauten, Krankenhäuser etc.
- Zuordnung zu Strukturobjekten als thematische Klassifizierungskriterien:
  - Erfahrungen mit Aufgabenstellungen einer spezifischen Projektphase (HOAI-Phase)
  - Spezialisierung auf eine bestimmte funktionale Aspekte (z.B. Akustik, Belichtung, soziologische Aspekte)
  - Spezialisierung auf eine bestimmte Gebäudekomponente (z.B. Fassade, Tragwerk, Ausbau)
- Beherrschte Software-Werkzeuge

Die **methodische Kompetenz** macht Aussagen darüber, bezüglich welcher Planungsmethodiken die Person Erfahrungen hat:

- Managementmethoden und –verfahren (z.B. ABC-Analyse, Portfolio-Analyse etc.)
- Methoden zur Objektplanung bzw. Planungsmethodiken, wie z.B.
  - Kreativitätsmethodiken, wie das Brainstorming oder die Galleriemethode [vgl. Saak02]

- Methoden zur Idenfindung, wie das Quality Function Deployment oder der morphologische Kasten [vgl. Saak03]

Die **soziale Kompetenz** beschreibt die Erfahrungen und Fähigkeiten bei der Übernahme sozialer Aufgaben (z.B. Erfahrungen in der Sitzungsmoderation oder Teamcoaching). Zusätzlich wird im Kompetenzprofil beschrieben, welche konkreten Management- und Fachrollen die Person bisher in Projekten bereits übernommen hat. Ergänzt wird dieses Profil durch eine kurze textuelle Beurteilung der Personen und Institutionen durch die Inhaber der Projektmanagementrolle „Projektorganisation“.

Das **Unternehmensprofil** gestaltet sich ähnlich. Hier werden neben dem generellen fachlichen Ausrichtung der Institution zudem das Leistungsspektrum bezüglich fachlicher Spezialgebiete aufgezeigt. Als ein weiterer wichtiger Punkt zu einer effizienteren Projektabwicklung werden hier die im Unternehmen vorhandenen bzw. eingesetzten Software-Werkzeuge verwaltet.

Auf eine tiefergehende Erörterung von Fragen der Bewertung von Kompetenzen (Selbsteinschätzung oder Fremdbeurteilung), gerade im Bereich der sozialen Fähigkeiten, die nur sehr schwer objektiv beurteilt werden können, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht tiefer eingegangen werden. Hier wird auf weiterführende Arbeiten verwiesen [vgl. Schw02].

4.4.3.5 Verwaltung der Zuständigkeiten und Vertragswesen

Um den eigentlichen Prozess der Aufgabenbearbeitung besser koordinieren zu können, wird aus dem Arbeitspaket ein entsprechender Prozess abgeleitet. Prozesse stellen die eigentlichen Funktionen dar, die unter Nutzung von personellen, materiellen Ressourcen und Zeit der Transformation des projektrelevanten Sachsystems entsprechend den in den Arbeitspaketen beschriebenen Handlungsanweisungen dienen. Über diese Prozesse wird die laufzeitbezogene Koordination der Aufgabenbearbeitung realisiert. Die Regelung der **verschiedener Zuständigkeitsebenen** für die Aufgabenbearbeitung und die hieraus aufbauende Ressourcenplanung erfolgt anhand dieses Prozesses innerhalb des in Kapitel 4.5.3.1 beschriebenen Prozessmodells. Eine Erläuterung der Kopplung von Aufgaben und Prozessen erfolgt in Kapitel 4.3.3.4.2.

Die Rahmenbedingungen zur Einbindung der Projektbeteiligten werden über das Vertragswesen festgeschrieben. Aufbauend auf den Erfahrungen aus den am Institut durchgeführten Praxisprojekten [BoSc00] soll zur Gewährleistung einer entsprechenden Planungsqualität statt der reiner Planungsleistung die **zielorientierte Ergebnisqualität als Vertragsbestandteil** festgelegt werden. Bezugnehmend auf die Ansätze des neuen schweizer Leistungsmodells [KBOB00] kann so die Planerleistung ergebnisorientiert eingefordert und auch honoriert werden.

Dies stellt gewisse Anforderungen an die Formulierung der Planerverträge. Die in den Arbeitspaketen verwalteten Beschreibungen der Aufgabeninhalte bilden zusammen mit den organisatorischen Informationen der zugeordneten Prozesse die inhaltliche Grundlage zur Vertragsbildung. Dabei werden, wie in Abbildung 4.4-16 ersichtlich, aus dem entsprechenden Dokument des Arbeitspaketes die Beschreibung der Aufgabenstellung sowie Qualitätskriterien, wie z.B. zu benutzende Werkzeuge und Methoden entnommen. Zur Sicherung der Planungsqualität wird im

Vertrag zudem vermerkt, dass die dem Arbeitspaket thematisch zugeordneten Anforderungen (vgl. Kapitel 4.3.3.3) Vertragsgrundlage sind. Aus dem Prozessdokument werden neben dem Ressourcenbedarf auch die geplanten Start- und Endtermine sowie die Prozesskosten entsprechend den vereinbarten Stundensätzen in den Vertrag übernommen. Um Problemen bei zeitlichen Verschiebungen zu vermeiden, können anhand der im Prozess verwalteten ablauflogischen Anordnungsbeziehungen die Start- und Endzeiten bzw. die Dauer auch relativ beschrieben werden.

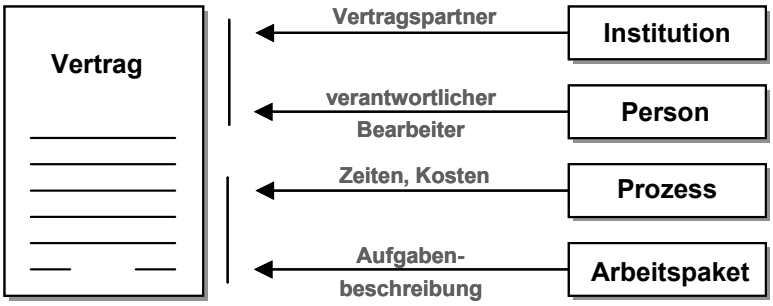


Abbildung 4.4-16: Arbeitspaket und Prozess als Grundlage eines aufgabenbezogenen Vertragswesens

Erfahrungen aus Anwendungsprojekten bei der Übernahme von Managementaufgaben

Auf die einzelnen Teammitglieder werden in diesem teamorientierten Ansatz Aufgaben übertragen, die das in der Praxis übliche Maß überschreiten, da die Planertätigkeiten über die reine „Sachbearbeitung“ hinausgehen und auch Managementaufgaben umfassen können. Erfahrungen mit den am Institut für Industrielle Bauproduktion durchgeführten Anwendungsprojekte [vgl. BoSc00 sowie WaBo99] zeigten in diesem Bereich gewisse Probleme: Die Planer sahen die Übernahme von Managementtätigkeiten lediglich als zusätzlichen Aufwand an, der im Rahmen der HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) nicht entsprechend entlohnt wurde. Im Rahmen der hier vorgestellten Konzepte soll dieses Engagement hinsichtlich der Übernahme von Managementaufgaben auch entsprechend berücksichtigt werden. Die Übernahme von Aufgaben des Teammanagements wird daher in diesem Konzept explizit als eigenständiges Arbeitspaket definiert (vgl. Kapitel 4.3.3.2) und entsprechend in die vertraglichen Regelungen übernommen, um auch finanziell Berücksichtigung zu finden.

4.4.3.6 Datenschema des Teilmodells

Im folgenden Abschnitt werden die Elemente und der Aufbau des Teilmodells (Team, Person, Projektrollen, organisatorische Einheiten) dargestellt. Abbildung 4.4-17 zeigt die Struktur des Teilmodells mit seinen Elementen, ihre interne Vernetzung sowie die Einbindung in das gesamte Projektmodell über die Kopplung mit den übrigen Teilmodellen. Die Darstellung ist an die Formalisierung des Entity Relationship Models (ERM) [Chen92] angelehnt. Hiermit werden hier

zunächst die Elemente bzw. Entitäten mit ihren Relationen beschrieben. Die Spezifikation der einzelnen Elemente bzw. Elementklassen mit der Erläuterung der elementbeschreibenden Attribute erfolgt aus Übersichtlichkeitsgründen im Anhang.

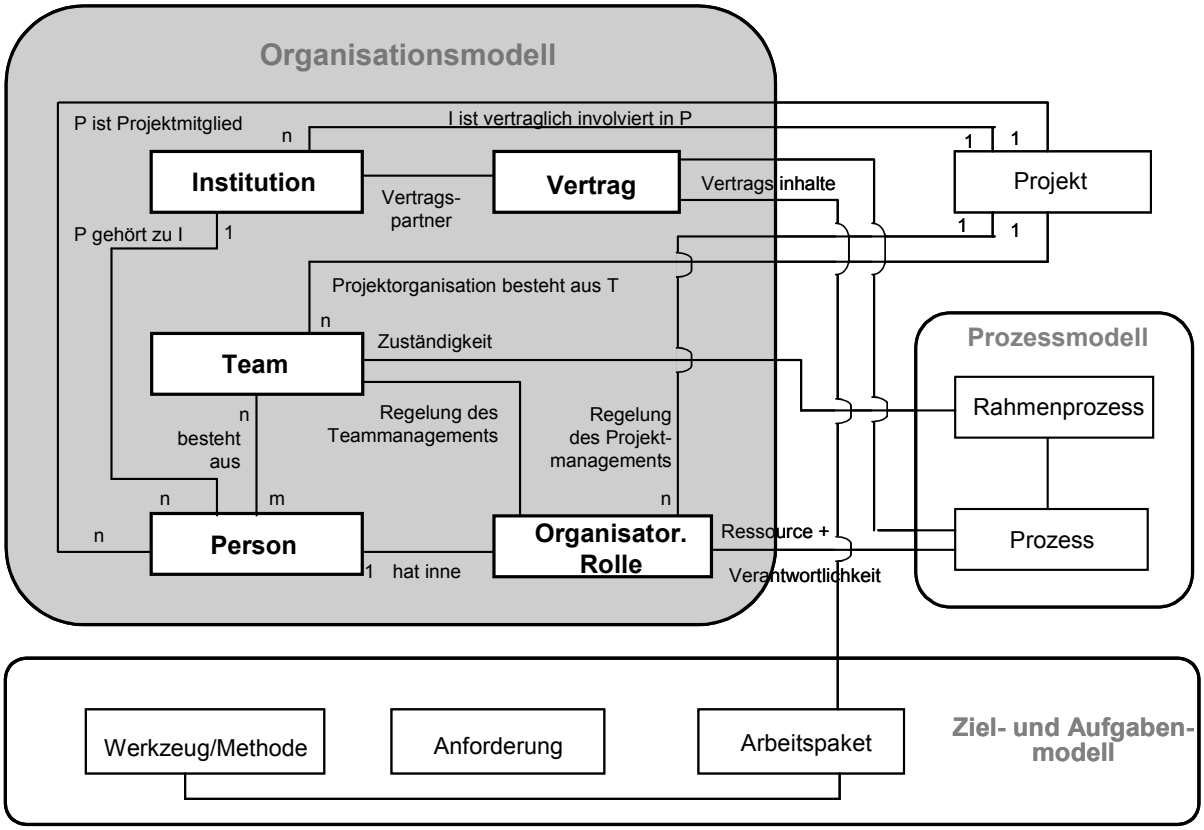


Abbildung 4.4-17: vereinfachtes ERM des Teilmodells

Anhand der obigen Abbildung werden die Bestandsrelationen der organisatorischen Ebenen deutlich, welche zur Abbildung der **Organisationshierarchie** dienen. Die Projektorganisation besteht aus verschiedenen **Teams**, in welche wiederum verschiedene **Personen** als Teammitglieder eingebunden sind. Diese sind über das Projekt hinaus in bestimmte **Institutionen** eingebunden, wie Planerbüros oder sonstige Unternehmen, die im Rahmen des Projektes als **Vertragspartner** auftreten. Die Regelung der Managementverantwortlichkeiten erfolgt auf Projekt- und Teamebene anhand von organisatorische **Rollen**. Eine Person kann zudem Träger einer Fachrolle sein, welche der eigentlichen Objektplanung dient und so den entsprechenden Arbeitspaketen im Ziel- und Aufgabenmodell zugeordnet werden kann.

Über eine Zuordnung der Prozesse zu organisatorischen Einheiten und Personen des Organisationsmodells wird die Regelung der Zuständigkeiten und das Ressourcenmanagement ermöglicht. Durch die Kopplung mit dem Informations-flussmodell wird zum einen ein persönliches Terminmanagement ermöglicht sowie personenbezogene Kommunikationsfunktionen über eine entsprechende Mailbox bereitgestellt. Im Rahmen der Projektdurchführung erstellt und bearbeitet eine Person verschiedenen Inhaltsobjekte. Anhand dieser Zuordnung kann ein personenbezogenes Informationsmanagement ermöglicht werden.

***Anmerkung**: In den verknüpften Teilmodellen sind nur die Elemente dargestellt, die in direkter Wechselwirkungen mit dem Organisationsmodell stehen.*

4.4.3.6.1 Spezifikation der Elemente des Teilmodells

Die verschiedenen Elemente des Teilmodells (Projekt, Team, Person, Projektrolle) werden als eigenständige Informationsobjekte abgebildet, deren Eigenschaften über zugeordnete Attribute beschrieben werden. Die Attribute dienen neben der eigentlichen Beschreibung des Informationsinhaltes zur besseren Einordnung in den Kontext der Projektabwicklung. Diese Attribute dienen zudem zur Realisierung der im vorherigen Abschnitt erläuterten Managementkonzepte. Auf diese Attribute können zudem, wie in Kapitel 4.3.3.5.1 beschrieben, Klassifizierungs- und Strukturierungsansätze angewandt werden. Für das Organisationsmodell sind folgende Attributklassen vorgesehen:

- Beschreibung des Elementes
- Kontakt und Kommunikation
- thematische Einordnung
- Management und Koordination
- Verwaltungsinformationen

Die Attributklasse **Inhalte** dient zur genauen Beschreibung der organisatorischen Einheit bzw. Person an sich. Hier können allgemeine Angaben zur Person oder Institution gemacht werden, wie Name, Adresse und Kontaktmöglichkeiten.

Der Bereich **thematische Einordnung** dient zur Einbindung der organisatorischen Einheit in den inhaltlichen bzw. thematischen Gesamtzusammenhang des Projektes. So wird z.B. bei Personen die Verwaltung des in Abschnitt 4.4.3.4 beschriebenen Kompetenzprofils ermöglicht. Eine Zuordnung zu den zuvor beschriebenen Strukturobjekten (funktionale Aspekte, Bezugsobjekte, Phasen und Nutzungsfunktion) als Klassifizierungskriterien dient der thematischen Einbindung.

Unter dem Punkt **Management und Koordination** werden die Attribute verwaltet, welche im Rahmen des Projektmanagements zur Koordination und Handhabung des Elementes dienen. Hierzu zählen z.B. Informationen über die Zuordnung von Personen als Bearbeiter von Prozessen oder die Verwaltung der verfügbaren Ressourcen einer organisatorischen Einheit.

Verwaltungsinformationen dienen der besseren Handhabung der Elemente innerhalb des Systems. Hier werden z.B. der Elementersteller, die Elementhistorie sowie die Freigabestati verwaltet.

Diese Attributklassen werden für jedes Element spezifisch ausgestaltet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt die Beschreibung der elementspezifischen Attribute im Anhang für jede Elementklasse in Tabellenform.

4.4.4 Vorgehensweise bei der Bildung der Organisationsstruktur

Ausgehend von der Problemerfassung kommt es auf Seiten des Bauherrn im Projektvorfeld zur Entwicklung einer ersten, meist noch recht unpräzise formulierten Projektidee. Sie beruht auf einem entstandenen Bedarf und auf vorhandenen Möglichkeiten und läuft auf eine erste unkonkrete Zielvorstellung hinaus. Erst nach einer umfassenden Situationsanalyse wird eine genauere Problemdefinition möglich.

Hierauf aufbauend wird vor Beginn der strategischen Phase des Projektes zunächst ein sogenanntes Initialteam um den Bauherrn bzw. Bauherrnvertreter zusammengestellt. Dabei wird, wie in Abbildung 4.4-18 ersichtlich, die ursprüngliche unscharfe Zielvorstellung zu einem ersten Zielkonzept, bestehend aus verschiedenen strategischen und taktischen Zielfaktoren (vgl. Kapitel 4.3.3.2), weiterentwickelt. Danach wird die Bildung und Abgrenzung des Projektes vorgenommen und die Projektdefinition formuliert. Aufgrund des erarbeiteten Ergebnisses wird eine Projektprüfung vorgenommen, in der die Planungswürdigkeit des Vorhabens untersucht wird.

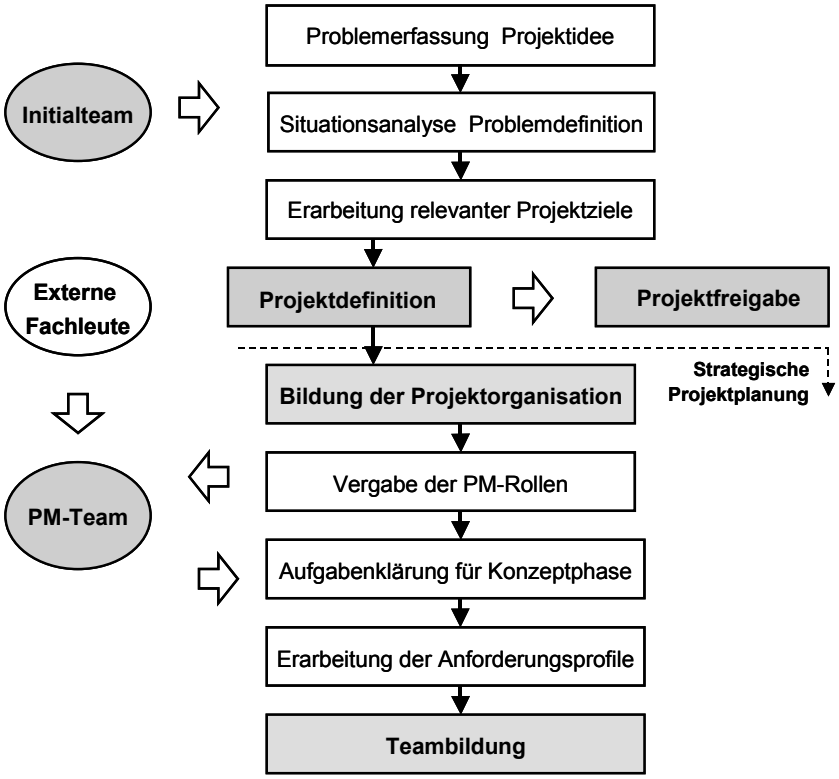


Abbildung 4.4-18: Vorgehensweise bei der Bildung der Projektstruktur

Erst nach erfolgter Projektfreigabe, wenn die Ausrichtung des Projektes bzw. die thematischen Schwerpunkte transparent sind, kommt es zur Bildung der eigentlichen Projektorganisation. Hierzu stellt das **Initialteam** in der strategischen Phasen des Projektes unter Hinzuziehung weiterer Fachleute ein Managementteam zusammen und vergibt die entsprechenden Managementrollen. Die Vergabe der Managementaufgaben erfolgt dabei unter Zuhilfenahme des erläuterten Kompetenzprofils, das für die einzelnen Teammitglieder verwaltet wird. Dieses Team

erarbeitet sodann aufbauend auf den funktionalen Leistungsmerkmalen des Projektes (vgl. Kapitel 4.3.3.3.2) erste übergeordnete fachliche Handlungsfelder und legt unter Koordination der Projektrolle „Aufbauorganisation“ (PM-R-AO) entsprechende fachliche Rollen an.

Vorgehen bei der Teambildung

Die Bildung der Planungsteams findet aufgabenbezogen für jede Projektphase in der sogenannten Metaphase statt. Die aus den operativen Planungspaketen (vgl. Kapitel 4.3.3.4) abgeleiteten Aufgabenkomplexe mit interdisziplinären Problemstellungen bilden hierbei die Bezugseinheit zur Bildung der Teamstruktur im Projekt. Die aktuelle projektspezifische Aufgabenstruktur als Grundlage der Teambildung heranzuziehen hat den Vorteil, dass das Vertragswesen auf diese Struktur der Planungsinhalte Bezug nehmen kann und Beteiligte für spezielle Planungsleistungen bzw. problembezogene Leistungspakete in das Projekt involviert werden können. Durch die Zuordnung von Anforderungen zu den Aufgabenstellungen, können die einzelnen zu vergebenden Planungsleitungen noch genauer spezifiziert werden, um als Vertragsgrundlage zu dienen, was einen erheblichen Beitrag zur Qualitätssicherung im Projekt darstellt. Das in Abbildung 4.4-19 skizzierte Vorgehen bei der Teamorganisation beschreibt zum einen den Prozess der Personensuche unter Einbindung entsprechender Institutionen bzw. Planungsbüros in das Projekt sowie die Klärung der Zuständigkeiten für die Aufgabenbearbeitung im Rahmen der Prozesskoordination. Die eigentliche Teambildung mit der Klärung der Managementverantwortlichkeiten geschieht über die Zuordnung der Teammitglieder zu entsprechenden managementbezogenen Projektrollen.

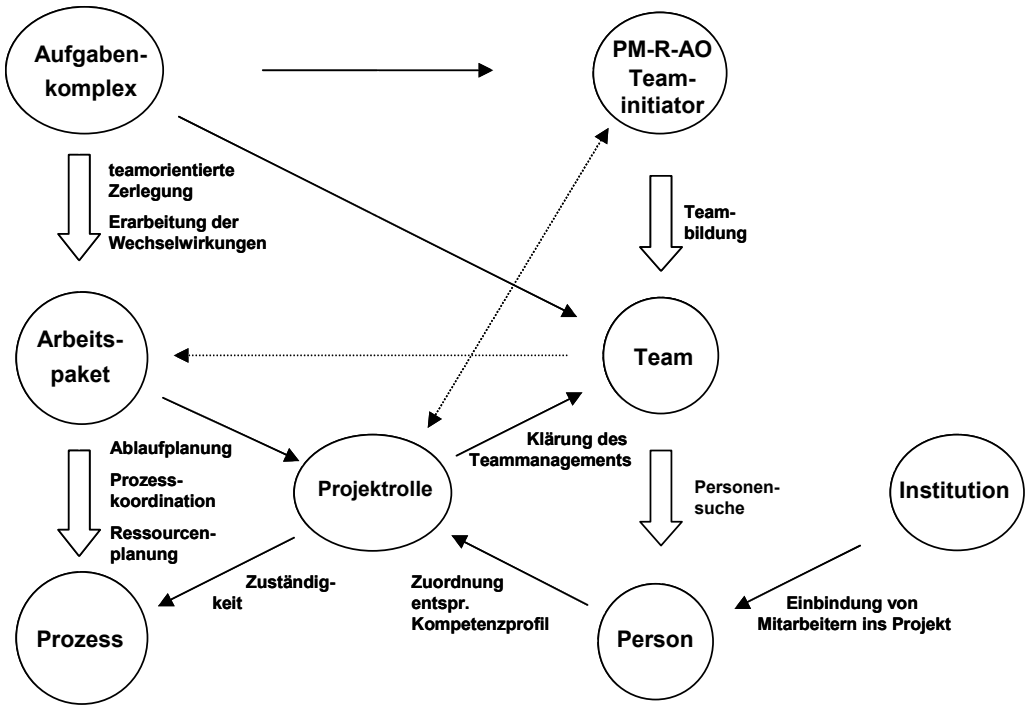


Abbildung 4.4-19: Vorgehen bei der Teamorganisation

Das konkrete Vorgehen bei der Teambildung gestaltet sich wie im folgenden erläutert: Vor Beginn des Teambildungsprozesses wird der Aufgabenkomplex als Teamaufgabe unter Berücksichtigung der Gesamtausrichtung des Projektes durch die Projektmanagementrolle „Inhaltliche Koordination“ (PM-R-IK) detailliert spezifiziert. Die Projektrolle „Projektorganisation“ (PM-R-PO) fungiert sodann als Teaminitiator. Sie definiert entsprechend den Inhalten der Teamaufgabe die zur Problemlösung bzw. Aufgabenbearbeitung benötigten Fachrollen (vgl. Abschnitt 4.4.3.3) und Kompetenzen und stellt mit diesen Anforderungen ein erstes „Grundteam“ zusammen. Je nach benötigten Kompetenzen können hierzu auch weitere Institutionen bzw. Planungsbüros in das Projekt eingebunden werden.

Nun werden unter Berücksichtigung der methodischen und sozialen Qualifikation der Teammitglieder die Managementrollen für die aktuelle Projektphase unter Koordination der Teammanagement-Rolle „Projektorganisation“ (TM-R-PO) teamintern vergeben. Das Team zerlegt sodann unter Leitung der TM-R-IK die Aufgabenstellung des Teams in einzelne Arbeitspakete und arbeitet bestehende inhaltliche Wechselwirkungen heraus. Im Rahmen der Detaillierung der Arbeitspakete wird meist ein über das „Grundteam“ hinausgehender Bedarf an „Planerressourcen“ bzw. bisher noch fehlenden Kompetenzen sichtbar. Durch die nun eingerichtete Teamrolle „Aufbauorganisation“ (TM-R-PO) können aufgabenorientierte Anforderungsprofile für weitere Teammitglieder erarbeitet werden, welche die benötigten fachlichen Qualifikationen für die einzelnen Arbeitspakete beschreiben. Diese hier definierten Anforderungen an mögliche Aufgabenbearbeiter ermöglichen in Kopplung mit den personenbezogen verwalteten Kompetenzprofilen Unterstützung hinsichtlich einer effizienten Suche nach benötigten Kompetenzen.

Auf Ebene der Arbeitspakete finden die eigentlichen wertschöpfenden Tätigkeiten statt. Innerhalb der Teams werden die einzelnen Arbeitspakete den Teammitgliedern zur eigenverantwortlichen Bearbeitung übergeben. Die den aufgabenbezogenen Prozessen zugewiesenen Bearbeiter sind dabei sowohl für die Erreichung der inhaltlichen Zielsetzungen als auch für die Einhaltung der zeitlichen und ressourcentechnischen Rahmenbedingungen selbst verantwortlich. Diese sogenannte Prozesskoordination wird unter Leitung der Teammanagement-Rolle „Aufbauorganisation“ (TM-R-AO) über die Zuordnung verschiedener Zuständigkeitsarten realisiert (vgl. Kapitel 4.5.3.4), die neben der eigentlichen Bearbeitung der Aufgaben auch beratende Tätigkeiten sowie die Koordinierung problembezogener Entscheidungsprozesse berücksichtigen. So kann eine Überlappung von Verantwortungsbereich und Entscheidungsbefugnis erreicht werden.

4.5 Das Prozessmodell

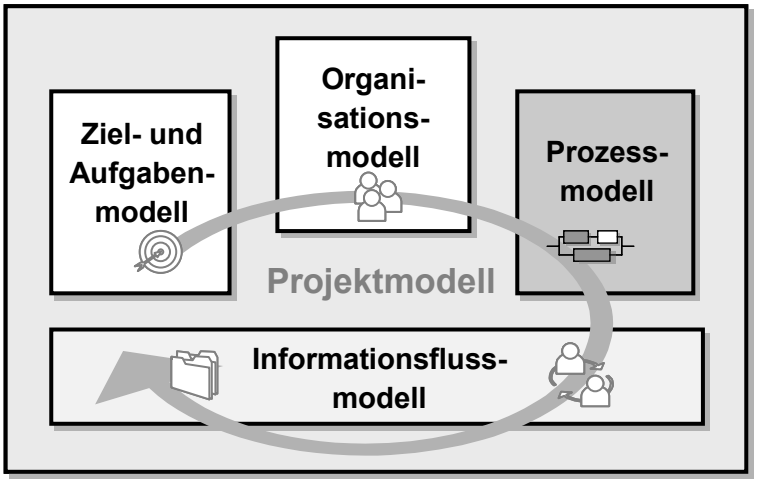


Abbildung 4.5-1: Das Prozessmodel im Gesamtkontext

Systemisch gesehen stellt die Durchführung eines Entwicklungsprojektes einen komplexen **Problemlösungsprozess** dar, der ausgehend von einem Ist-Zustand eine Zielvorstellung bzw. einen Soll-Zustand anstrebt. Dazwischen liegt der Planungsprozess mit der Aufgabe, den Unterschied zwischen den Zuständen auf optimale Weise zu überwinden. Dieser Planungsprozess besteht bei den meisten Vorhaben aus einem umfangreichen Netz von Planungsschritten, die es im Rahmen der Prozessmodellierung zu strukturieren und zu koordinieren gilt.

Der in den bisherigen Arbeiten des ifib verfolgte Ansatz der impliziten Unterstützung des Planungsprozesses durch die alleinige Schaffung eines entsprechenden organisatorischen und kommunikationstechnischen Rahmens [vgl. Mül99, Forg99], reicht aus Sicht der Autorin nicht aus. Um ein unkoordiniertes und somit auch inhaltlich unzureichend abgestimmtes Vorgehen zu verhindern, muss gerade bei verteilt stattfindenden Planungsprozessen eine ausreichende Unterstützung zur Koordination dieser Planungsprozesse geboten werden. Auch die Erfahrungen in den am ifib durchgeführten Anwendungsprojekten [BoSc00 sowie Zent04] gezeigen, dass die explizite Abbildung eines zielorientierten Planungsprozesses einen Schlüsselfaktor darstellt. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Konzept sieht sich so als Erweiterung der bisher am ifib verfolgten organisatorischen Ansätze.

Anhand des im weiteren beschriebenen Prozessmodells erfolgt die laufzeitbezogene Koordination der Aufgabenbearbeitung anhand von Prozessen, die aus den jeweiligen Aufgaben des Projektes (vgl. Kapitel 4.3.3.4) abgeleitet werden. Spezifiziert die Aufgabe die Inhalte der Problem- bzw. Aufgabenstellung und deren Zuordnung zum inhaltlichen Gesamtkontext, so werden

in den zugehörigen Prozessen die Informationen verwaltet, welche auf Managementseite eine **ressourcen- und terminorientierte Koordination** erlauben, wie Termine, Zuständigkeiten und Prozesskosten.

4.5.1 Grundlagen und Stand der Dinge

Durch Termin- und Ablaufpläne können die zu leistenden Tätigkeiten und die hierbei geltenden zeitlichen Rahmenbedingungen abgebildet werden. Die in der Praxis bedeutsamsten Methoden sollen nachfolgend kurz vorgestellt werden:

- **Balkenpläne** (auch Gantt-Diagramme genannt) sind dadurch gekennzeichnet, dass über einer horizontalen Zeitachse Balken so aufgetragen werden, dass ihre Länge maßstabsgerecht einen Zeitbedarf und ihre Lage eine zeitliche Zuordnung der vertikal aufgelisteten Aktivitäten oder Funktionen markiert [Mada90]. Balkenpläne sollten durch kontrollfähige Meilensteine ergänzt werden.
- **Netzpläne** (vgl. DIN 69900 Projektmanagement) stellen zusätzlich Abhängigkeiten und Interdepedenzen der Aktivitäten dar, allerdings können keine Iterationen abgebildet werden. Netzpläne dienen der frühzeitigen Planung und Koordination von Abläufen mit hohem Verknüpfungegrad und werden vorwiegend in der Bauphase komplexer Vorhaben eingesetzt [AgBa92]. Die bekanntesten Verfahren sind *Critical Path Method* (CPM), die Program Evaluation and Review Technique (PERT) und die Metra Potential Method (MPM) [Mada90].
- Daneben kommen – gerade für die Planungsphasen - auch **Projektstrukturpläne** und Projektneutrale Entwicklungspläne [EvSc96] zum Einsatz.

Die Termin- und Ablaufpläne sind in Unternehmen meist EDV-unterstützt und dienen als wichtiges Hilfsmittel der Projektkoordination (Moderierbarkeit) und Projektsteuerung (Controlling), da bei gründlicher Planung in ihr die zeitlich aufeinander abgestimmten Einzeltätigkeiten übersichtlich und kontrollfähig zusammengefasst sind.

Projektmanagementsysteme [vgl. DIN 96904] haben die erfolgreiche Steuerung der Größen Leistung, Kosten und Zeit zum Ziel [Jung97 sowie Jung98]. Nach [Prin01] ist Projektmanagement aufgrund seiner stark kooperativen Aspekte ein typisches Einsatzgebiet von CSCW (Computer Supported Cooperativ Work). Die Theorie stellt mit der Forderung nach einem ganzheitlichen Projektmanagement große Anforderungen an unterstützende Softwareprodukte. Vor allem neuere Entwicklungen in der Projektmanagementwissenschaft, wie das teamorientierte Projekmanagement oder das "Management by Projects" sprechen Bedürfnisse an, welche die vorhandenen Systeme nur bedingt erfüllen können [vgl. ScHF98 sowie Armb03]. Diese Methoden und dazugehörigen Softwaretools für das klassische Projektmanagement sind für genau strukturierbare Prozessabläufe ausgerichtet. Sie unterstützen die detailgenaue Planung der abzuarbeitenden Prozesse und setzen genaue Kenntnisse der Einzelaktivitäten und der verfügbaren Ressourcen voraus [ScHF98]. Diese Art der Modellierung und des Controllings kann in Projekten mit unscharfen, nur abstrakt strukturierbaren und sehr flexiblen Prozessen bezüglich

Zeit- und Kosten-Controlling oder Überprüfung der Zielerreichung nach Wörn [Wörn97] nicht angewendet werden. Dies liegt einerseits daran, daß die Prozesse nur auf einer hohen Abstraktionsebene modelliert werden können, andererseits der Aufwand zur Datenpflege den Nutzen weit übersteigt. Des weiteren sind die am Markt verfügbaren Produkte nur zum Teil wirklich internetfähig und können somit keine branchen- bzw. standortübergreifende Kooperation von verteilt arbeitenden Teams unterstützen [Jung98, KüSH99]. Die entwickelten Software-Lösungen stellen zudem zumeist „Insellösungen“ für die Prozessmodellierung dar. Dies erschwert die Einbindung in den übergeordneten Projektkontext.

4.5.1.1 Stand der Dinge und Bewertung

Eine Vielzahl von Problemen der Koordination von Planungsprozessen bzw. der Ablaufplanung in der Praxis entstehen – nach Auffassung der Autorin – durch den Versuch, Hilfsmittel, die ursprünglich zur Koordination von Ausführungs- bzw. Bauprozessen entwickelt wurden, auch auf unscharfe Planungsprozesse anzuwenden. So sind viele methodische Hilfsmittel, wie z.B. die Netzplantechnik, eher im Hinblick auf die Ausführungsplanung konzipiert [BrRu93]. Bezogen auf Planungsprozesse besonders in den frühen Projektphasen erweisen sich diese Ansätze und Hilfsmittel allerdings als problematisch. Auch neuere Bestrebungen zur Berücksichtigung einer gewissen Unschärfe und zur Handhabung unvorhersehbarer Ereignisse anhand von Fuzzy-Zahlen [Freu03] scheinen nur bedingt geeignet. Spricht man von einer Unterstützung der Ablaufplanung, so scheint es daher notwendig, eine Differenzierung zwischen der Modellierung schwer formalisierbarer Planungsprozesse und der Ablaufplanung für besser abschätzbare und standardisierbare Ausführungs- bzw. Bauprozesse zu treffen. In der Literatur wird das Thema der Ablaufplanung meist nur für die Ausführungsphase betrachtet [vgl. Freu03, Trau03, MeTW02]. Sinnvolle Konzepte zur Unterstützung von kreativen, schwer zu formalisierenden Prozesse der Produktplanung sind in der Praxis bisher nicht zu finden.

Als ein weiteres Problemfeld der traditionellen Ablaufplanung ist so ein sehr frühes und starres Festlegen auf explizite Lösungsmuster zu nennen, was auch wiederum in enger Wechselwirkung mit den eingesetzten inflexiblen Hilfsmitteln zur Koordination der Planungsprozesse steht. Dies gilt besonders für die Übertragung von Ansätzen zur detaillierten Geschäftsprozessmodellierung anhand eines informationsbasierten Workflow-Managements [WFMC] die eigentlich zur Unterstützung gut standardisierbarer und oft durchzuführender informationsverarbeitender Prozesse auf sehr detailliertem Niveau konzipiert wurden [vgl. Prin01]. Diese Ansätze zur Geschäftsprozessmodellierung geben den Planungsprozess auf einer sehr detaillierten, bereits an konkrete Informationsobjekte gebundenen Tätigkeitsebene verbindlich und damit recht starr vor. Da die Dynamik der sich ändernden Randbedingungen so nur unzureichend erfasst werden kann, scheiden sie daher für die Unterstützung schwer formalisierbarer Primärprozesse der Unikatplanung weitestgehend aus. Zudem setzen diese Ansätze eine starke Standardisierbarkeit der Prozesse voraus, was gerade bei kreativen Entwurfsprozessen nicht sinnvoll realisierbar erscheint.

Breitling [Brei03] kommt für den Bereich der Modellierung von Prozessen der Softwareentwicklung zu dem Ergebnis, das die heute gängigen Methoden zur Modellierung von Geschäftspro-

zesse für die gemeinsame Modellierung und abgestimmte Entwicklung nur sehr bedingt geeignet sind. Aufgrund der starken Ausrichtung an objektorientierten Ansätzen zur Formalisierung (wie z.B. UML in Abschnitt 2.2.4.1 sowie [SeGu00]), sind diese aus der Softwareentwicklung stammenden Ansätze zudem nicht auf den Bereich der Bauplanung zu übertragbar. (Auf die in der Softwareentwicklung zur Zeit angewandten Vorgehensmodelle wird in Kapitel 2.4.1.3 genauer eingegangen.)

Will man Planungsprozesse – gerade in den frühen entscheidenden Projektphasen – entsprechend koordinieren, ohne den dort notwendigen planerischen Freiraum durch starre Vorgaben einzuschränken, so wird es deutlich, dass die zur Zeit praktizierten Vorgehensweisen hinterfragt werden müssen und neue Ansätze zu erarbeiten sind, die eine flexiblere Koordination und die Erfassung der Unschärfe kreativer Planungsprozesse erlauben. Im Rahmen des DFG SPP 1103 befasst sich die aktuelle Forschung mit dem Thema der Koordination verteilter kooperativer Prozesse im konstruktiven Ingenieurbau. Schwerpunkt ist die Entwicklung eines Formalismus zur Beschreibung kooperativer Planungsprozesse. Damrath und Berkhahn [Damr02] wählen hierzu einen graphenbasierten Ansatz, der Aktivitäten sowie Aktivitätenübergänge (Transistionen) beschreibt. Der Planungsablauf wird hier formal als gerichteter bipartiter Graph mit schwachem Zusammenhang und ohne Zyklen beschrieben. Hierbei lassen sich die Methoden der Netzplantechnik, die in der Literatur für schlichte Graphen (Vorgagngskontennetzplan, Ereignisknotennetzplan) beschrieben sind, einsetzen. Meisner und Rüppel [MeRG04] beschreiben den Planungsprozess anhand von Petri-Netzen. Sie gehen davon aus, dass der Planungsprozess über eine ereignisorientierte Kommunikationsstrutur weitesgehend automatisiert abgewickelt werden kann. Einfach Petri-Netze (auch Bedingungs/Ereignis-Netze genannt) erlauben zwar eine zeitliche Protokollierung des Planungsprozesses, allerdings ist im Gegensatz zur Netzplantechnik nach [Damr02] keine Terminplanung möglich. Eine weiterführende Erläuterung dieser Forschungsansätze zur prozessbezogenen Koordinationsunterstützung erfolgt in Abschnitt 2.5.1.1.

Die in diesem Forschngsschwerpunkt erarbeiteten Ansätze verstehen sich zudem als Unterstützung einzelner Fachplanungsprozesse (wie z.B. der Überführung von Informationen aus den CAD zu einer Software zur statischen Simulation [RaBu02]) und dienen weniger der übergeordneten Koordination des Gesamtprojektes, bei welcher die Einbindung bzw. Vernetzung und Koordination der verschiedenen verteilten Prozesse im Vordergrund steht. Die Modellierung der Prozesse geschieht hier so auch auf einem sehr detaillierten, bereits die Transformationen einzelner Informationsobjekte [RaBu02] beschreibenden Niveau. Zudem setzen diese Ansätze eine starke Standardisierbarkeit aller Prozesse voraus, was gerade für kreative Entwurfsprozesse aufgrund der vorhandenen Unschärfe in dieser Detaillierungstiefe nicht ohne weiteres realisierbar ist. Gegenüber dem in dieser Arbeit verfolgten ganzheitlichen Ansatz wird der Planungsprozess zudem auf die reine Objektplanung reduziert [KaRM02].

4.5.2 Anforderungen und Lösungsansätze

Lösungsansatz des Teilmodells zum Prozessmanagement ist die Erarbeitung von Konzepten zur flexiblen Abbildung und Koordination kooperativer, nur schwer formalisierbarer verteilter

Planungsprozesse, wie sie gerade in frühen Projektphasen verstärkt stattfinden. Zielsetzung ist dabei die Berücksichtigung des hohen Grades an Dynamik bei Entwicklungsprojekten. Dazu soll unter Beachtung der Problemstellungen aus der Praxis eine für dynamische Entwicklungen in verteilten netzwerkartigen Kooperationsstrukturen möglichst offene Form der Prozessunterstützung als koordinierendes Instrument entwickelt werden, wobei folgende Punkte im Mittelpunkt stehen:

- Formalisierungstiefe
- Phasenorientierte Prozessmodellierung
- Berücksichtigung verschiedener Prozessarten
- Einbindung in den Kooperationskontext

Formalisierungstiefe

Die zentrale Frage bei der Modellierung von kreativen Planungs- und Managementprozessen - Wie können diese Prozesse möglichst umfassend unterstützt werden ohne einzuschränken? – führt zu Überlegungen hinsichtlich des Granularitätsgrades bzw. der Detaillierungstiefe der abzubildenden Prozesse. In Bezugnahme auf das angewandten Managementkonzept der „koordinierten Selbstorganisation“ (vgl. Kapitel 4.4.3.2) wird in dieser Arbeit das Prozessmanagement als koordinierendes System auf Projekt- und Teamebene konzipiert. Auf diese Weise sollen starre, von außen vorgegebene Vorgaben für die Planer auf Tätigkeitsebene vermieden und planerischer Freiraum geschaffen werden, der ein flexibles Reagieren auf Planungssituationen aus dem aktuellen Planungskontext heraus ermöglicht. Zudem soll den Teammitgliedern auf Grundlage des gewählten Ansatzes eines zielorientierten Projektmanagements möglichst große Freiheit in der Wahl ihrer Methoden geboten werden, um qualitäts- und effizienzsteigernde Maßnahmen in den Teams selbst initiiert zu können, da dort die größte Kompetenz hinsichtlich der Problemlösungsstrategie liegt. Das Vermeiden inflexibler detaillierter Vorgaben erhöht zudem, wie die am Institut durchgeführten Anwendungsprojekte gezeigt haben, die Akzeptanz des Managements bzw. der hierzu konzipierten Hilfsmittel durch die Planer.

Phasenorientiertes Prozessmodell

Ein wichtiger Lösungsansatz besteht in der Entwicklung eines dynamischen Prozessmodells, welches das in Abschnitt 4.1.4.1 beschriebene phasenbezogene Vorgehen bei der Projektplanung und somit Prozessmodellierung unterstützt. Das Prozessmodell basiert daher auf dem dort beschriebenen Phasenmodell. So soll Freiraum für flexible Steuerungsvorgänge im Projektverlauf geschaffen werden, was zu einer besseren Erfassung der Dynamik der sich ändernden Randbedingungen führt. Die einzelnen Projektphasen mit ihren Bereichen sind dabei so konzipiert, dass statt einer rein sequentiellen Vorgehensweise eine Durchführung von entscheidungsorientierten Iterationszyklen als ein sinnvolles Mittel der Optimierung ermöglicht wird.

Berücksichtigung verschiedener Prozessarten

Bei der Durchführung von Projekten sind eine Vielzahl verschiedenartiger Prozesse zu koordinieren, die sowohl Problemstellungen der eigentlichen Objektplanung als auch Prozesse des Projektmanagements betreffen. Diese haben zum Teil ihre eigenen Gegebenheiten und differieren hinsichtlich ihrer Formalisierbarkeit und auch Standardisierbarkeit.

Die Beantwortung der Frage der Abbildung und effektiven Koordination dieser Prozesse im Rahmen der Prozessmodellierung setzt zunächst die Identifizierung und Analyse der verschiedenen Arten von Prozessen voraus, die im Rahmen der Projektdurchführung stattfinden. In dem hier vorgestellten Konzept wurden drei Prozessklassen herausgearbeitet:

- **Primärprozesse** stellen wertschöpfende Prozesse mit direktem Objektbezug bzw. Prozesse der eigentlichen Objektplanung dar. Im Falle einer Entwicklung komplexer Unikate handelt es sich hierbei zumeist um kreative, schlecht standardisierbare und formalisierbare Planungsprozesse. Ihre Spezifikation erfolgt aufbauend auf den projektspezifischen Erarbeitung der Planungsaufgaben. Ziel ist hierbei die Entwicklung von Konzepten zur Planung und laufzeitbezogenen Koordination solcher Primärprozesse. Ihre Ausprägung und Abbildung erfolgt projektspezifisch zu Beginn einer Projektphase im Rahmen der sogenannten Metaplanung. Als Hilfestellung zur Prozessentwicklung kann das in Kapitel 4.7 beschriebene planungsmethodische Vorgehensmodell genutzt werden.
- **Sekundärprozesse** bilden als projektinterne Leistung die Prozesse des Projektmanagements ab. Sie bilden dabei den organisatorischen und koordinativen Rahmen für die Durchführung der Primärprozesse. In dem hier vorgestellten Projektmodell dienen sie konkret zur Modellierung der Elemente des Projektmodells und können daher für diesen konkreten Anwendungsfall bis zu einem gewissen Grad standardisiert werden. In Kapitel 4.1.4.2 wird hierzu ein Vorgehensmodell vorgestellt, welches die einzelnen Schritte zur Projektplanung erläutert.
- Unterstützt wird die Durchführung dieser beiden Prozessarten durch die Bereitstellung entsprechender Kommunikationsmechanismen und informationslogistischer Strukturen (vgl. Informationsflussmodell in Kapitel 4.6). Diese sogenannten **Tertiärprozesse** dienen der Unterstützung der Kooperation in Form von Teamprozessen, Informations- und Kommunikationsprozessen, Entscheidungsprozessen etc.. Sie stellen somit keine direkt wertschöpfenden Prozesse hinsichtlich der Produktplanung dar sondern bilden den kooperativen Rahmen für die ersten beiden Prozessarten. Eine vollständige explizite Abbildung dieser Kommunikationsprozesse über das Prozessmodell, was eine Formalisierung auf einer sehr detaillierten, an konkrete Informationsobjekte gebundenen Ebene voraussetzt, erscheint aufgrund des Detaillierungsgrades dieser Prozesse nicht sinnvoll und soll zur Vermeidung starrer Kommunikationswege vermieden werden. Die Abbildung und Unterstützung dieser Tertiärprozesse erfolgt daher in dem in Kapitel 4.6 beschriebene Informationsflussmodell. Neben abbildbaren ereignisgesteuerten Kommunikationsmechanismen, wie z.B. zur Benachrichtigung bei Terminänderungen, wird über die dort vorgestellten Konzepte und Methoden eine flexible ad hoc initiierbare Kommunikation unterstützen und somit ein Informeller Austausch der Planer untereinander fördern.

Durch diese Differenzierung soll es ermöglicht werden, den Besonderheiten der verschiedenen Prozesstypen gerecht zu werden und somit eine ganzheitliche Unterstützung des Planungsprozesses geben zu können. Der hier beschriebene Ansatz stellt somit eine Erweiterung der erwähnten, zur Zeit auf diesem Gebiet laufenden Forschungsarbeiten dar [vgl. KaRM02] welche als Betrachtungsfokus die reine Objektplanung haben und so anstreben, den gesamten Planungsprozess über eine einheitliche Formalisierungsmethode, wie z.B. Petrinetze, abbilden und unterstützen zu können.

Einbindung in den Kooperationskontext

Als ein weiterer Lösungsansatz soll die Prozessmodellierung nicht isoliert betrachtet werden, sondern in den Kooperationskontext entsprechend eingebunden werden, um eine Berücksichtig der vielfältigen inhaltlichen Verknüpfungen und Abhängigkeiten der verschiedenen Problemlösungsprozesse zu ermöglichen. Die inhaltliche Synchronisation der Planungsprozesse wird somit zu einem zentralen Punkt, da inhaltliche Wechselwirkungen alleine aus der ablauflogischen Verknüpfung der Prozesse kaum ablesbar sind. Hier sollen Bezugnehmend auf Kapitel 4.2 sowie 4.3.3.5 eine Berücksichtigung der jeweiligen thematischen Inhalte bzw. Problemstellungen, welche im Rahmen der Prozesse bearbeitet werden, und deren inhaltlichen Wechselwirkungen als Grundlage zur inhaltlichen Synchronisation dienen. Diese Spezifikation des thematischen Kontextes erfolgt über eine Klassifizierung der den Prozessen zugeordneten Aufgabenstellungen und Planungsinformationen über sogenannte Strukturobjekte, welche unter anderem den Planungsgegenstand repräsentierten. Aufbauend auf dieser Klassifikation können aus dem Planungsprozess heraus postkoordinative themenbezogene Sichten auf alle zur Prozessbearbeitung benötigten Informationen und Anforderungen generiert werden. In Kapitel 4.2.4 werden die hierzu notwendigen thematischen Zugriffsmechanismen vorgestellt. Durch die Konzeption von zielorientierten Entscheidungsprozessen und die Einbindung von Prozessen der Ziel- und Projektplanung in das Prozessmodell, werden zudem die Schnittstellen zur Integration des Teilmodells in das systemische Projektmodell geschaffen.

Zusammenfassend besteht der Lösungsansatz in der Entwicklung eines Konzeptes zur dynamischen Prozessunterstützung, das als assistierendes System

- einen phasenbezogenen Ansatz zur Prozessmodellierung unterstützt,
- einen flexiblen koordinierenden Rahmen für verteilt stattfindende kreative Planungsprozesse bildet,
- den Planerteams dabei möglichst große Freiheit in der Wahl ihrer Arbeitsmethoden bietet,
- die Initiierung von Entscheidungsprozessen zum Zielcontrolling ermöglicht,
- die Durchführung von Iterationszyklen als wichtiges Mittel der Optimierung innerhalb der Problemlösungsprozesse unterstützt.

4.5.3 Konzeption des Prozessmodells

Aus systemtechnischer Sicht ist ein Projekt als ein sachgestaltendes Handlungssystem zu verstehen, welches ein Objektsystem, wie z.B. den Planungsgegenstand, von einem Ist-Zustand in einen anhand der Projektziele beschriebenen Soll-Zustand überführt.

Die Prozesse stellen die eigentlichen Funktionen dar, die unter Nutzung von personellen, materiellen Ressourcen und Zeit der zielorientierten Transformation des projektrelevanten Sachsystems dienen. Die Transformation des Objektsystems im Rahmen der Objektplanung entspricht dabei einer Modellierung der systembeschreibenden Größen Materie, Energie und Information über die Dimensionen Raum und Zeit. Die folgende Abbildung verdeutlicht dies.

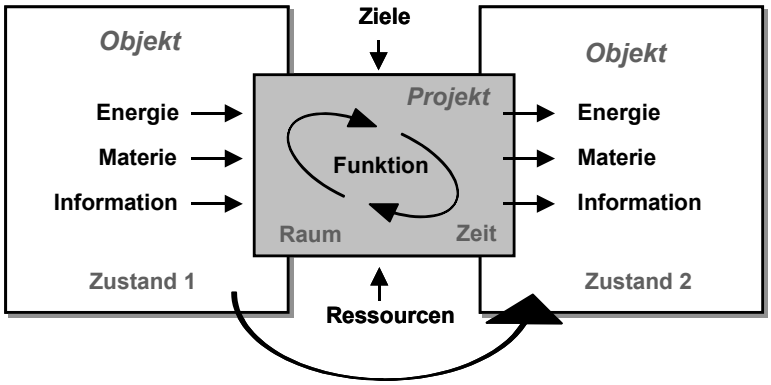


Abbildung 4.5-2: Projektfunktionen als Transformationsprozesse

Betrachtet man Planung als einen primär informationsverarbeitenden Prozess, so stellt die Modellierung von Informationen eine wichtige Grundlage zur erfolgreichen Durchführung von Projekten dar. Die im Rahmen der Planungsprozesse erzeugten und transformierten Informationen repräsentieren das im Rahmen der Prozesse zu transformierende Objektsystem.

Die Prozesse dienen zur Abbildung und laufzeitbezogenen Koordination dieses systeminternen Transformationsprozesses. Die Ziele (vgl. Kapitel 4.3.3.2) spezifizieren dabei die Soll-Zustände der zu transformierenden Objekte und die Planungsinhalte die Inhalte der Transformationen bzw. Funktionen, welche im Rahmen der laufzeitbezogenen Planungsprozesse an den Bezugsobjekten (vgl. Kapitel 4.3.3.5) vorzunehmen sind. Spezifiziert die Aufgabe, wie folgende Abbildung zeigt, die Inhalte der Problem- bzw. Aufgabenstellung und deren Zuordnung zum inhaltlichen Gesamtkontext, so werden in den zugehörigen Prozessen die Daten abgebildet, die auf Managementseite eine ressourcen- und terminorientierte Koordination erlauben, wie Termine, Zuständigkeiten und Prozesskosten. Die inhaltlichen Verknüpfungen der Aufgaben stellen bei der Ableitung aufgabenbezogener Prozesse, wie Abbildung 4.5-3 zeigt, zudem die Grundlage zur Erarbeitung der ablauflogischen Beziehungen der Prozesse dar.

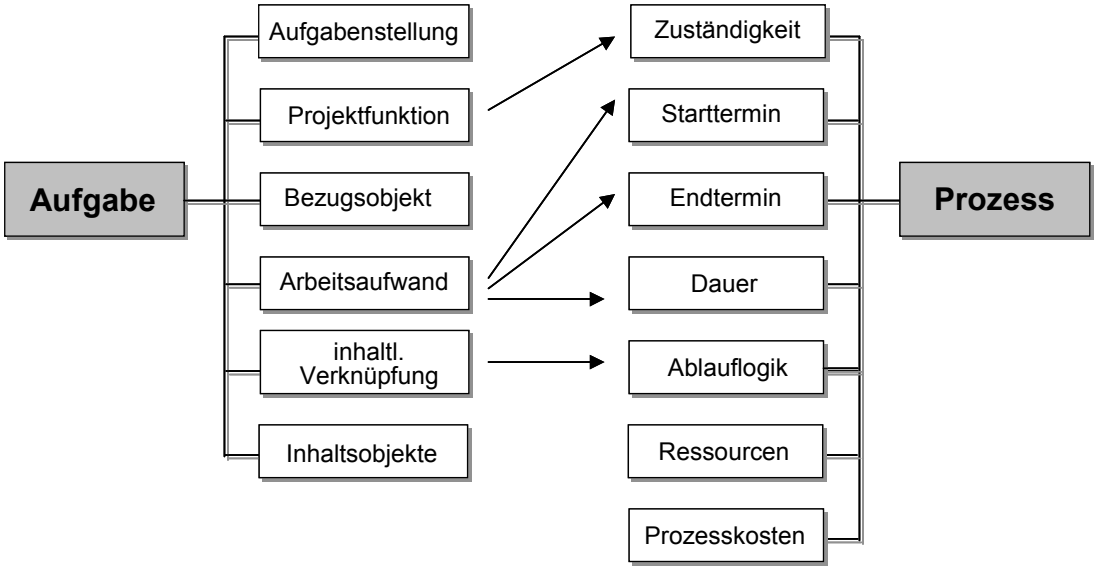


Abbildung 4.5-3: Verknüpfung Aufgabe – Prozess

Die organisatorischen Einheiten des Projektes (vgl. Kapitel 1.1) stellen die Funktionsträger dar, wobei die Zuständigkeit für die Prozesse über entsprechende organisatorische Rollen geregelt werden.

4.5.3.1 Aufbau des Prozessmodells

Um den Problemlösungsprozess „Projekt“ - bestehend aus einem umfangreichen Netz aus Planungsschritten – entsprechend strukturieren und koordinieren zu können, findet im Prozessmodell die Gliederung der Planungsschritte und Regelung der Abläufe, Bezug nehmend auf die Organisationsstruktur (vgl. Kapitel 1.1), ebenfalls auf zwei Ebenen statt:

- Die ergebnisorientierte **Koordinationsebene** dient der übersichtlichen Koordination des Gesamtprojektes.
- In der tätigkeitsorientierten **Detailebene** finden die planungsrelevanten Teamprozesse statt.

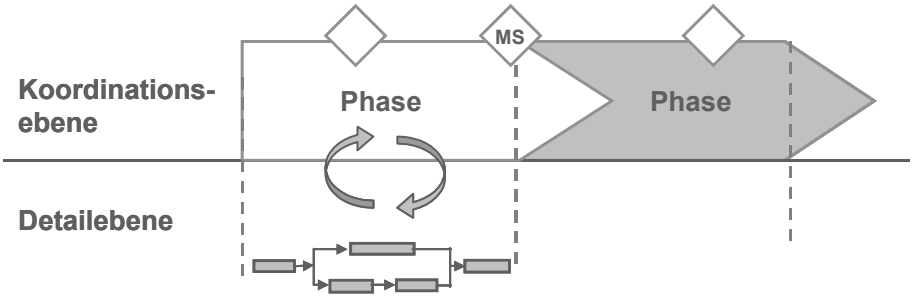


Abbildung 4.5-4: Die zwei Ebenen der Prozessmodellierung

Diese in Abbildung 4.5-4 dargestellte Differenzierung bietet den Vorteil, dass bei Änderungen in der unteren tätigkeitsorientierten Ebene, z.B. durch Anwendung einer anderen Methode zur Zielereichung, die ergebnisorientierte Koordinationsebene nicht verändert werden muss und für die Planer als verbindliche Vorgabe konsistent bleibt.

Phasenbezogene Koordinationsebene

Auf der **Koordinationsebene** findet Verwaltung des Planungsprozesses auf Managementebene statt. Die Elemente dieser Ebene sind die **Projektphase** und der **Meilensteinplan** und unterstützen die Formulierung des Projektvorgehens auf eher übergeordneter Ebene. Sie dienen der Informationsverdichtung und gewährleisten unter Schaffung einer hohen Transparenz hinsichtlich des aktuellen Projektstandes die Gesamtkoordination aller Planungsbeteiligten. Hierzu findet eine Grobstrukturierung des Projektes durch Phasenbildung statt, die einen groben Überblick über den Ablauf des Gesamtprojektes bieten. Der Planungs- bzw. Entwicklungsprozess wird dabei in verschiedene Projektphasen unterteilt, die den groben Rahmen für ein planungsmethodisch sinnvolles Vorgehen bei der Projektdurchführung schaffen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde für Neubauprojekte im Baubereich exemplarisch die in Kapitel 4.7 erläuterte Phaseneinteilung erarbeitet. Dieses Phasenmodell beschreibt so den generellen zeitlichen Rahmen des Projektes und ermöglicht die Einbindung einzelnen Planungsprozesse (Detailebene).

Die einzelnen Projektphasen sind in verschiedene Teilphasen untergliedert, um eine Durchführung von entscheidungsorientierten Iterationszyklen zu ermöglichen (vgl. Kapitel 4.1.4). Eine Phasenüberlappung gewährleistet die Überlagerung der verschiedenen Problemlösungszyklen. Zudem kann über diese Phasenuntergliederung zwischen Teilphasen mit eher strategischen Projektplanungs- und Managementprozessen und Prozessen der eigentlichen Objektplanung unterschieden werden und so eine Berücksichtigung der im vorhergehenden Abschnitt identifizierten verschiedenen Prozessarten ermöglicht werden:

In der sogenannten **Metaphase** (vgl. Abbildung 4.5-5) findet die strategische Planung der Phase (Sekundärprozesse) unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen und vorliegenden Planungsergebnisse statt. Hier erfolgt die phasenbezogene Anpassung und Detaillierung des Zielsystems, die Ableitung der phasenbezogenen Aufgabenstellungen, die Bildung von aufgabenbezogenen Planungsteams sowie die Erarbeitung der Ablaufstruktur der Phase. Dieses Vorgehen bei der strategischen Projektplanung wird in Kapitel 4.1.4 detailliert erläutert. Die Ausführung der eigentlichen phasenbezogenen Planungsleistungen (Primärprozesse) erfolgen auf Basis der für diese Phase spezifizierten Aufgabenstellungen in der **Synthesephase**. In der **Analysephase** wird im Rahmen von teamübergreifenden Entscheidungsprozessen überprüft, ob die erarbeiteten Planungsergebnisse ein der Gesamtzielsetzung entsprechendes Gesamtergebnis darstellen und im Sinne einer Referenzkonfiguration als Grundlage der nächsten Phase dienen können. Damit soll sichergestellt werden, dass die nachfolgenden Phasen auf den Ergebnissen der vorangehenden aufbaut und nicht weitere, neue Grundsatzvarianten entstehen. Sind die erarbeiteten Ergebnisse nicht als Grundlage der weiterführenden Arbeiten geeignet, so findet im Rahmen eines Iterationszyklus eine Konzeptanpassung bzw. Zielkonfliktlösung statt. Diese Prozesse der zielorientierten Bewertung von Planungslösungen werden in Kapitel 4.3.3.6 detailliert erläutert. Parallel zu dieser Prüfung und Überarbeitung der Planungs-

ergebnisse, in der die offenen Problemstellungen und Zielkonflikte (vgl. Konzepte zum Zielkonfliktmanagement in Abschnitt 4.3.3.5) bekannt sind, wird im Rahmen einer **Phasenüberlappung** bereits damit begonnen, die nächste Projektphase vorzubereiten (Metaphase). Diese Parallelisierung der Problemlösungszyklen gewährleistet einen möglichst hohen Informationsaustausch zwischen Objekt- und Zielplanung und ermöglicht die Integration relevanter aktueller Informationen in den Zielbildungsprozess.

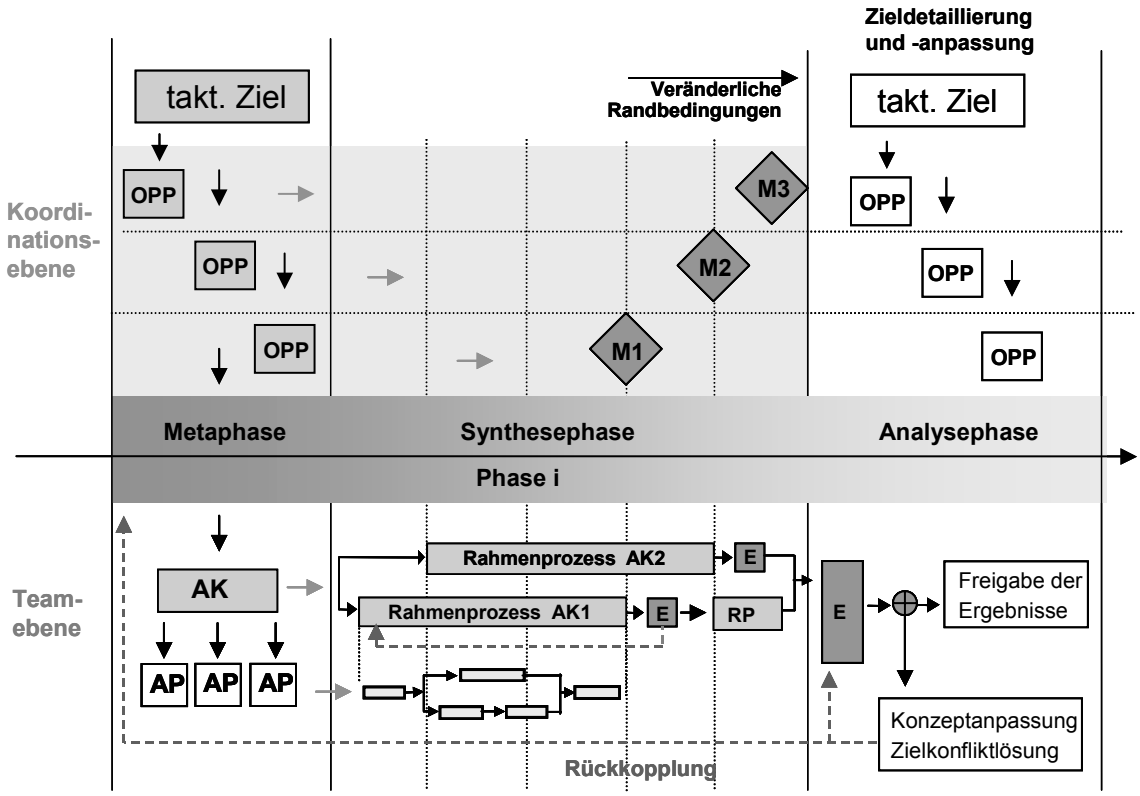


Abbildung 4.5-5: Schema das phasenorientierten Prozessmodells

Nach erfolgter Phasenbildung (s.o) werden zu jeder Phase aus den sogenannten **operativen Planungsinhalten** (OPP) (vgl. Kapitel 4.3.3.4) **Meilensteine** (M) abgeleitet, die als Meilensteinplan eine Koordinierung auf Managementebene erlauben. Der einzelne Meilenstein beschreibt dabei einen Zielzustand, an dem das Projekt bzw. die Phase zu eines bestimmten Zeitpunkt sein sollte. Zweck des Meilensteinplanes ist es, Überprüfungspunkte zu bieten, welche die Bewertung bzw. ein Controlling des Projektfortschrittes ermöglichen.

Die Vorgaben dieser Koordinationsebene sind dabei rein ergebnisorientiert, d.h. lösungsneutral formuliert, um die Vorgabe eines sehr starren Planungsvorgehens von Managementseite aus zu vermeiden und im Sinne des Ansatzes der koordinierten Selbstorganisation (vgl. Kapitel 4.4.3.2) der beteiligten Teams entsprechenden planerischen Freiraum zu schaffen. Die Koordinationsebene gibt so die terminlichen Rahmenbedingungen für die teamorientierte Planung auf Detailebene vor.

Teamorientierte Detailebene

Auf Detailebene finden die eigentlichen wertschöpfenden Prozesse statt. Sie können im Sinne eines Ergebnispfades [AnGH99] den Meilensteinen zugeordnet werden. Die Elemente dieser Ebene sind der teambezogene **Rahmenprozess** (RP) und der einzelne arbeitspaketbezogene **Prozess**, deren Verwaltung in Abstimmung mit der koordinierenden Ebene teamorientiert erfolgt. Die detaillierte Planung der einzelnen Planungsprozesse erfolgt erst im Planungsverlauf vor Beginn der jeweiligen Phase (Metaphase) unter Berücksichtigung des aktuellen Wissenstandes. Hierbei werden, wie ebenfalls aus Abbildung 4.5-5 ersichtlich, die aus den operativen Planungspaketen (OPP) abgeleiteten Aufgabenkomplexe (AK) (vgl. Kapitel 4.3.3.4) in interdisziplinär zu bearbeitende **Rahmenprozesse** (RP) überführt. Sie dienen zum einen zur Koordination der Arbeiten der Teams untereinander und bilden zudem den koordinierenden Rahmen für die einzelnen im Team stattfindenden Planungsprozesse.

Die Koordination dieser teaminternen Planungsprozesse findet entsprechend dem Ansatz der koordinierten Selbstorganisation im Rahmen der terminlichen Vorgaben im Team selber statt. Diese einzelnen **Prozesse** stellen die kleinste von außen vorzugebende Einheit dar und werden den einzelnen Fachplanern eigenverantwortlich übergeben, um ihnen möglichst große Freiheit in der Wahl ihrer Methoden zu bieten. So sollen die Kompetenzen und das Wissen der Planer entsprechend in den Problemlösungsprozess integriert werden. Nach Abschluss eines Rahmenprozesses werden teamintern **Entscheidungsprozesse** (E) initiiert, die eine ganzheitliche Beurteilung der verschiedenen Planungsergebnisse hinsichtlich der Zielsetzungen und Aufgabenstellung ermöglichen. In Kapitel 4.3.3.6 werden entsprechende Methoden zur ziel- und aufgabenorientierten Bewertung der Planungslösungen vorgestellt. In Verbindung mit den übergeordneten Bewertungsprozessen (Koordinationsebene) der Analysephase werden so bezugnehmend auf den zweischichtigen organisatorischen Ansatz verschiedenen Entscheidungsebenen unterstützt.

4.5.3.1.1 Abhängigkeiten der Planungsprozesse

Die Realisierung der Planungsleistungen der Projekt- und Objektplanung geschieht, wie in Kapitel 4.7 beschrieben, über die Anwendung von Problemlösungszyklen bzw. Problemlösungsprozessen. Diese stehen zum Teil aus logischen, zum Teil aus methodischen Gründen in enger gegenseitiger Beziehung und dürfen nicht isoliert betrachtet werden. Wichtig ist hierbei die Berücksichtigung der inhaltlichen Abhängigkeiten der verschiedenen Problemstellungen durch mögliche Parallelisierung dieser Problemlösungsprozesse und die Unterstützung durch entsprechende informationslogistische Strukturen.

Ausgehend von der Verwaltung der inhaltlichen Wechselwirkungen der verschiedenen Aufgabenstellungen (vgl. 4.3.3.4.2) lassen sich drei Arten der Abhängigkeiten von Prozessen identifizieren:

- Parallele Abhängigkeit: Verschiedene Prozesse werden zwecks inhaltlicher Koordinierung oder bei Erarbeitung paralleler Varianten gleichzeitig bearbeitet.

- Serielle Abhängigkeit: Die Ergebnisse des vorangegangenen Prozesses dienen als Grundlage für denfolgenden Prozess.
- Rückkopplung: Modifizierung eines früheren Planungsschrittes nach Kenntnis der Ergebnisse späterer Schritte.

Diese aus den inhaltlichen Wechselwirkungen der Aufgabenstellungen abgeleiteten Abhängigkeiten werden in ablauflogische Verknüpfungen überführt. Diese Anordnungsbeziehungen (A-OB) stellen nach DIN 69901 [DIN 69901] quantifizierbare Abhängigkeiten zwischen Ereignissen oder Vorgängen dar. Die AOB besitzen eine eigene Regel, die mittels einem definierten Zeitabstand zu berücksichtigen ist. Dabei werden bezugnehmend zu [DIN 69901] folgende Anordnungsbeziehungen verwendet:

- **Normalfolge (NF)** Anordnungsbeziehung vom Ende eines Vorgangs zum Anfang seines Nachfolgers.
- **Anfangsfolge (AF)** Anordnungsbeziehung vom Anfang eines Vorgangs zum Anfang seines Nachfolgers.
- **Endfolge (EF)** Anordnungsbeziehung vom Ende eines Vorgangs zum Ende seines Nachfolgers.
- **Sprungfolge (SF)** Anordnungsbeziehung vom Anfang eines Vorgangs zum Ende seines Nachfolgers.

In der folgenden Abbildung sind die oben aufgeführten Anordnungsbeziehungen grafisch dargestellt.

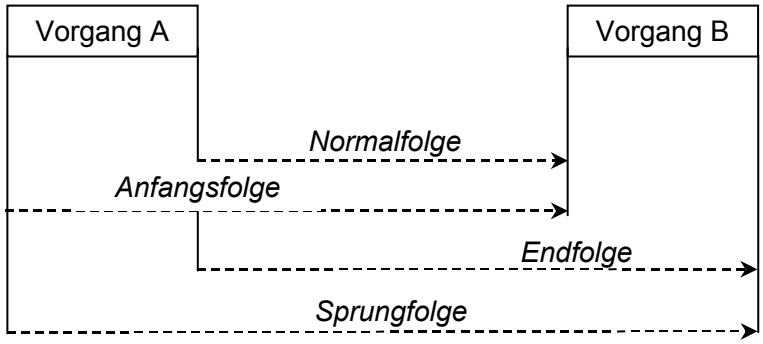


Abbildung 4.5-6: Anordnungsbeziehungen für die Prozessmodellierung [DIN 69901]

Zusätzlich zur Anordnungsbeziehung kann eine Zeitspanne festgelegt werden, welche die Dauer des zeitlichen Versatzes der Prozesse definiert, um eine Teilparallelisierung zu ermöglichen. So können zum Beispiel Verknüpfungen von Prozessen abgebildet werden, welche aufgrund der engen inhaltlichen Wechselwirkungen parallelisiert werden sollen, bei welchen die Bearbeitung des einen Prozesses aber auf Ergebnissen des anderen aufbaut und so eine gewisse Vorlaufzeit erforderlich wird.

Die Dauer des Zeitversatzes dieser Teilparallelisierung ergibt sich also aus der Zeit, die im einen Prozess zur Erarbeitung der Informationsgrundlagen des verknüpften Prozesses benötigt wird. In der Praxis [Freu03] ist es – aufbauend auf die in DIN 69901 definierten Prozesselementen und Verknüpfungen – üblich, diese Vorlaufzeit alleine über relativ starr vorausgeplante Zeitdifferenzen festzuschreiben. Bei leicht standardisierbaren Prozessen, wie z.B. in der Bauausführung stellt dies eine ausreichende Lösung dar. Bei kreativen Planungsprozessen ist es allerdings sehr schwierig abzuschätzen, wie lange die Erarbeitung der benötigten Informationsgrundlagen bedarf.

In dem hier vorgestellten Konzept soll daher ergänzend zu dem in der Praxis üblichen Ansatz eine Kopplung mit dem Informationsmanagement eine flexible Handhabung der **Prozessparallelisierung** ermöglichen, da eine starre Vorausplanung der zeitlichen Verschiebung als einziges Mittel zu Erfassung nicht sinnvoll erscheint. Eine Kopplung der Prozesslogik an die Bearbeitungsstati der im Prozess erzeugten Informationen erlaubt eine flexible Parallelisierung der Planungsprozesse (vgl. Kapitel 4.6.3.1.1): Sobald Informationen, welche als „zur weiteren Bearbeitung“ in einem bestimmten ablauflogisch verknüpften Prozess gekennzeichnet sind, den Bearbeitungsstaus „verwertbares Zwischenergebnis“ erlangen, wird dies als Prozessereignis genutzt, um die Parallelisierung zu initiieren.

Die Festlegung der Ablauflogik stellt wiederum die Grundlage des prozessorientierten Terminmanagements dar. Nach erfolgter Ressourcenplanung wird im Rahmen der Terminkoordination die Zuordnung konkreter Start- und Endtermine vorgenommen, die als verbindliche Vorgaben in die Team- und Personenkalender der Betroffenen eingetragen werden.

Diese in rein ablauflogischen Verknüpfungen übertragene Zusammenhänge und letztendlich die Zeiten des prozessbezogenen Terminmanagements bieten allerdings nur ungenügenden Transparenz hinsichtlich ursprünglichen inhaltlicher Wechselwirkungen der Problemstellungen. Aus der Sicht einer ganzheitlichen Planungsmethodik reicht die alleinige Bereitstellung dieser abgeleiteten rein ablauflogischen Beziehungen und Termine der Planungsleistungen so nicht aus, um eine entsprechende inhaltliche Abstimmung der Planungsleistungen zu gewährleisten. Die Kopplung der Prozessmodellierung mit inhaltlichen Planungsaspekten stellt daher einen wichtigen Punkt im Konzept dar. Die Bereitstellung entsprechender Mechanismen zur inhaltlichen und thematischen Synchronisation (vgl. Kapitel 4.2) ermöglicht eine horizontale Integration der stattfindenden Planungsprozesse. Eine auf die in Kapitel 4.2.2 beschriebenen Prinzipien aufbauende postkoordinative Verknüpfung der Prozessmodellierung mit dem Informations, Aufgaben- und Anforderungsmanagement ermöglicht hier die Berücksichtigung inhaltlicher Aspekte und deren Wechselwirkungen direkt aus dem Prozesskontext heraus. Ein weiterer wichtiger Punkt zur inhaltlichen Synchronisation der Planungsprozesse stellt die prozessorientierte Verwaltung aller relevanten Planungsergebnisse dar. Die Kopplung mit entsprechenden informationslogistischen Strukturen (vgl. Kapitel 4.6.3.3) erlaubt ein prozessbegleitendes Informationsmanagement. So wird ein prozessübergreifender Informationsaustausch gefördert und die inhaltliche Absprache der verschiedenen Planungsbeteiligten unterstützt.

4.5.3.2 Prozesskoordinierung über Statuswechsel

Die Koordination der Primärprozesse wird aufbauend auf der projektspezifisch zu erarbeitenden Ablauflogik über die Verwaltung von Prozessstati realisiert.

Hierbei wird der laufzeitbezogene **Bearbeitungsstatus** eines Prozesses verwaltet, über den in der Synthesephase der Stand der Bearbeitung der prozessbezogenen Aufgabenstellung beschrieben werden kann. Folgende Stati werden verwaltet:

Vorbereitung – läuft – unterbrochen - in Überarbeitung - abgeschlossen - frei-

Mit der Konzeption der vorgestellten Stati wird die Abbildung eines iterativen Problemlösungszyklus möglich, da über die Einbeziehung von Freigabemechanismen die Integration von Entscheidungsprozessen und Rückkopplung zur Überarbeitung der Planungsergebnisse ermöglicht wird. So ist zum Beispiel die Freigabe eines Rahmenprozesses (Statuswechsel von „abgeschlossen zu „freigegeben“) an das Ergebnis eines teambezogenen Entscheidungsprozesses zur Bewertung der Zielerfüllung geknüpft (vgl. Abschnitt 4.3.3.6). Der Statuswechsel der Prozesse wird zudem mit entsprechende Kommunikationsstrukturen unterstützt: Durch Statuswechsel initiierte Benachrichtigungen an zuständige Personen unterstützen ergänzend zu termingesteuerten Kommunikationsmechanismen eine kooperative Bearbeitung der Prozesse (siehe hierzu auch Kapitel 4.6.3

In dem hier erarbeiteten Konzept dienen die Sekundärprozesse zur Erarbeitung und zum Management der Objektinstanzen des Projektmodells, wie z.B. der Erstellung oder Überarbeitung konkreter Ziele, Anforderungen, die Erstellung von Teamdokumenten etc. Der Bearbeitungsstaus dieser Sekundärprozesse kann daher verknüpft werden mit den Freigabemechanismen dieser Managementelemente. So kann z.B. der Prozess der Zielerarbeitung erst als abgeschlossen gelten, wenn alle Ziele einer bestimmten Phase freigegeben sind. Weitere Ausführungen zur Koordination der Managementaufgaben sind in (Kapitel 4.1.4.2 sowie 4.3.3.4.3) beschrieben.

Zur besseren Kopplung und Abstimmung von Primär- und Sekundärprozessen wird bei den Primärprozessen ein Freigabestatus verwaltet, welcher den Stand der Managementtätigkeiten zur Erarbeitung der jeweiligen Prozessdaten wiedergibt. Dieser sogenannte **Freigabestatus** eines Prozesselementes spiegelt so indirekt die Arbeitsschritte (Sekundärprozesse) wieder, welche in der Metaphase zur Erarbeitung der gesamten Prozesskoordination notwendig sind und letztendlich in der Freigabe des Prozesses zur Bearbeitung enden. Folgende Freigabestati werden verwaltet:

- Klärung und Koordination der Aufgabenstellung
- Aufwandsabschätzung
- Überführung in Ablauflogik
- Ressourcenplanung und Terminmanagement
- freigegeben

Die Verwaltung dieser Freigabestati soll eine bessere Organisation des Anlegens und Anpassens der prozessbezogenen Managementdaten ermöglichen. Es können zudem während der Laufzeit notwendig werdende Anpassungen der Prozessdaten besser transparent gemacht werden: Werden z.B. im prozessbegleitenden Controlling Terminverzögerungen offengelegt, so kann nach erfolgter laufzeitbezogenen Optimierung (vgl. Kapitel 4.5.4.1) eine Anpassung der Termindaten erfolgen. Der Bearbeitungsstatus des Prozesses wechselt dazu auf „unterbrochen“, der Freigabestatus auf „Ressourcenplanung und Terminmanagement“ an.

Die beiden Statustypen sind also insofern gekoppelt, dass erst nach erfolgter Prozessfreigabe durch das Management die eigentliche inhaltliche Bearbeitung des Primärprozesses beginnen kann. Umgekehrt kann ein Sekundärprozess (vgl. Kapitel 4.5.3) zur Prozesskoordination, wie z.B. „Ressourcenplanung“ für ein Planungsteam erst dann abgeschlossen sein, wenn sämtliche zugehörigen Prozessdokumente von Freigabestatus „Ressourcenplanung“ in „freigegeben“ gesetzt wurden. So kann eine Koordination und Abstimmung von Managementprozessen und Prozessen der Objektplanung erreicht werden.

4.5.3.2.1 Kopplung der Prozessstati an die Phasengliederung

Die Stati der Prozesse haben zudem Einfluss auf die Stati der hierarchisch übergeordneten Phasen bzw. den Wechsel der Teilphasen. Teilphasen sind hier:

Metaphase – Synthesephase – Analysephase — freigegeben

Parallel zur Analysephase der Vorgängerphase wechselt die aktuelle Phase in den Status „Metaphase“. Wenn alle phasenbezogenen Managementprozesse (Sekundärprozesse) zur Vorbereitung der eigentlichen Objektplanung in der Metaphase abgeschlossen und freigegeben sind, wird eventgesteuert der Phasenstatus auf „Synthesephase“ gesetzt. Der Statuswechsel der Phase wird hierbei durch die Bearbeitungsstati der Sekundärprozesse initiiert. In der Synthesephase findet die eigentliche Erarbeitung von Planungslösungen statt. Wie beschrieben wird auf Prozessebene der Stand der Aufgabenbearbeitung über den Bearbeitungsstatus verwaltet. Der Statuswechsel der Phase von „Synthesephase“ zur „Analysephase“ wird daher an die Freigabe dieser phasenbezogenen Teamprozesse geknüpft. In der Analysephase findet aufbauend auf den erarbeiteten Planungsergebnissen ein Bewertungsprozess (vgl. Kapitel 4.3.3.6) statt, in welchem das ganzheitliche Zusammenwirken der einzelnen in den Teams erarbeiteten Einzellösungen in Hinblick auf die Gesamtzielsetzung überprüft wird. Zur Rückkopplung der Entscheidungs- bzw. Bewertungsergebnisse mit dem Planungsprozess sollte die Statushandhabung auf Phasenebene nicht nach rein ablauflogischen Gesichtspunkten automatisiert stattfinden. Die Handhabung liegt daher aufbauend auf den Ergebnissen des Entscheidungsprozesses im Ermessensspielraum der zuständigen Person bzw. organisatorischen Rolle (Projektmanagementrollen „Planung + Steuerung“ sowie „Inhaltliche Koordination“). Die im Folgenden beschriebenen Fälle stellen hierzu mögliche Handlungsalternativen bzw. Entscheidungswege dar.

- Wenn die im Rahmen der Synthesephase erarbeiteten Planungsergebnisse den Zielsetzungen entsprechen, können die Planungsergebnisse als Grundlage der nächsten Phase

freigegeben und die Phase abgeschlossen werden. Die Ergebnisse dienen sodann als verbindliche Informationsgrundlage für die Planungsleistungen der folgenden Phase.

- Sind lediglich kleinere Konzeptanpassungen notwendig, so können diese parallel zum Analyseprozess und der Zielüberarbeitung erfolgen. Parallel hierzu kann die neue Metaphase bereits beginnen.
- Weichen die erarbeiteten Ergebnisse zu sehr von den Zielsetzungen und Anforderungen des Projektes ab, sollten die Ergebnisse der Phase nicht als Grundlage der nächsten Phase herangezogen werden. Zur Bewerkstelligung dieser hier vorzunehmenden größeren Anpassungen bzw. Überarbeitungen wechselt die Phase noch einmal in die „Metaphase“. Hier findet die strategische Planung der Überarbeitungsprozesse statt. In einer erneu zu durchlaufenden Synthesephase findet sodann die eigentliche Konzeptanpassung statt. Die Metaplanung der Folgephase wird zunächst ausgesetzt, bis die Planungsergebnisse entsprechend überarbeitet wurden.
- Können die Ergebnisse zumindest bedingt bereits als Arbeitsgrundlage für die Planungen der nächsten Phase dienen oder sind nur zu einem kleinen Teil zu überarbeiten, so dass keine größere Koordination dieser Revisionsprozesse erfolgen muss, so wechselt der Phasenstatus direkt zur Synthesephase. Die Metaplanung der Folgephase kann aber parallel hierzu weitergeführt werden.

Die genaue Erläuterung der ziel- und anforderungsorientierten Bewertungs- und Entscheidungsprozesse erfolgt in Kapitel 4.3.3.6.

4.5.3.2.2 Prozessbezogene Laufzeitunterstützung

Die Verwaltung von Phasen- und Prozessstati stellt mit der Ermöglichung eines hierauf aufbauendes ereignisgesteuertes „Prozesshandlings“ die Grundlage einer effizienten Laufzeitunterstützung beim Prozessmanagement dar. Ergänzt wird die kooperative Bearbeitung des Planungsprozesses durch prozessbegleitende Kommunikationsmechanismen (Tertiärprozesse), durch an das Prozessmanagement gekoppelte Funktionalitäten zum Terminmanagement sowie durch die Bereitstellung eines entsprechenden prozessbegleitenden Informationsmanagements (vgl. hierzu Kapitel 4.6.3.3).

Abbildung 4.5-7 zeigt einen Ausschnitt aus dem im Rahmen des Projektes ProKoop [BoSG02] erarbeiteten Konzept zur Unterstützung der Laufzeit. Dargestellt ist hier die Einbindung von prozessbezogenen Kommunikationsmechanismen, die über Statuswechsel oder sonstige Prozessereignisse initiiert werden sowie die Integration eines prozessbegleitenden Terminmanagements. Während der Prozessbearbeitung ermöglicht die Einbindung von Teamprozessen zur Prozesskoordination eine partizipative Abstimmung und Anpassung der Prozessdaten bei Terminverzögerungen. Zum anderen wird hier die Unterstützung der Prozessbearbeitung durch die Bereitstellung eines entsprechenden Informationsmanagements dargestellt. Eine Kopplung der Prozesslogik an den Status der erzeugten Informationen erlaubt eine flexible Parallelisierung

der Planungsprozesse. Bezüglich weitergehender Ausführungen zu diesem Thema sei auf [BoSG02] verwiesen.

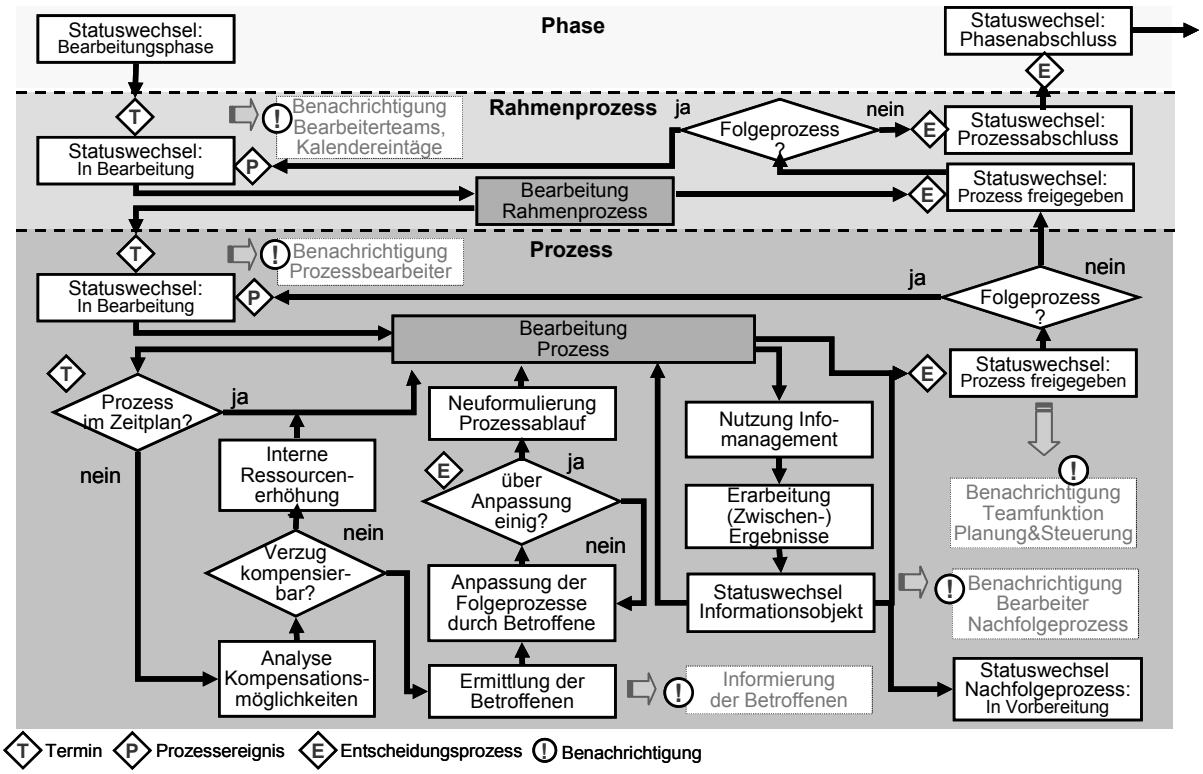


Abbildung 4.5-7: Mechanismen zur Laufzeitunterstützung

4.5.3.3 Ansatz zum prozessbegleitenden Controlling

Zur Gewährleistung einer effizienten Projektdurchführung wurden neben der Bereitstellung des geplanten Soll-Ablaufes des Projektes bzw. der Phasen auch Methoden zum prozessbegleitenden Controlling erarbeitet.

Der Fortschritt von Planungsaufgaben lässt sich nicht – wie bei vielen Prozessen der Bauausführung – als lineare Funktion beschreiben, da die Erbringung der zumeist kreativen Planungsleistung in den meisten Fällen nicht konstant erfolgt. Bestehende Methoden des Controllings sind daher nur begrenzt anwendbar [Wörn97]. Die räumliche Verteilung der Kooperationspartner sowie die schlechte laufzeitbezogene Überprüfbarkeit kreativer Planungsarbeit bzw. deren Fortschritts legt zudem den Ansatz nahe, statt einer Überprüfung des Fertigstellungsgrades durch die Projektrolle „Planung + Steuerung“ eine Selbsteinschätzung durch den jeweiligen Bearbeiter vornehmen zu lassen.

Um Transparenz zu schaffen bezüglich des Fortschritts der laufenden Planungsprozesse, werden dazu während der Laufzeit sogenannte **Fortschrittsberichte** erstellt. Anhand eines solchen Fortschrittsberichtes kann der Prozesszuständige in bestimmten Abständen seine individuelle Einschätzung zu dem von ihm bearbeiteten Prozess abgeben. Neben einer textuellen

Stellungsnahme hinsichtlich einer termingerechten Fertigstellung der Aufgabenstellung ist die Angabe folgender Informationen vorgesehen:

- Abschätzung des Fertigstellungsgrades der zugehörigen Aufgabenstellung (in Prozent)
- aktueller Arbeitseinsatz bzw. Ressourceneinsatz für den Prozess
- notwendiger zukünftiger Ressourceneinsatz zur Gewährleistung einer termingerechten Fertigstellung
- geschätzter Endtermin bei gleichbleibendem Ressourceneinsatz

Durch die Integration der Eigenbewertung nach dem individuellen Gefühl bzw. der Erfahrung der einzelnen Projektmitarbeiter wird versucht, vorausschauend Projektverläufe oder Problemfälle prognostizieren zu können. Durch eine entsprechende Aufbereitung der Fortschrittsberichte für die Rolle der Planung und Steuerung können kritische Prozesse frühzeitig erkannt werden.

4.5.3.4 Regelung der Prozess-Zuständigkeiten

Die Regelung der Zuständigkeiten erfolgt, wie in Kapitel 4.4.3.3 beschrieben, über sogenannte **organisatorische Rollen**. Es werden den Prozessen also nicht einzelne konkrete Personen als zuständige Bearbeiter zugewiesen sondern es erfolgt eine indirekte Zuordnung der Personen als Träger der entsprechenden fachlichen Rolle. Vorteil dieses Rollenkonzeptes ist eine flexible Handhabung von Zuständigkeiten (z.B. im Vertretungsfall) bei dennoch eindeutiger Verantwortlichkeit. Bei dieser Zuordnung der Prozesse zu den fachlichen oder managementbezogenen Rollen sind verschiedene Zuständigkeitsebenen vorgesehen, die neben der reinen Bearbeitung einer Aufgabe auch beratende Tätigkeiten, das Informationsmanagement sowie die Koordinierung problembezogener Entscheidungsprozesse betreffen. Folgende Zuständigkeitsarten sind vorgesehen:

- Bearbeitung
- Beratung (Durch die Benennung einer konkreten Person, die bei Problemen beratend hinzugezogen werden kann, soll die inhaltliche Bearbeitungsqualität der Planungsaufgabe verbessert werden.)
- wird informiert (über vorliegende Lösungen, Zwischenergebnisse sowie Prozessereignisse)
- in Entscheidungsprozess einzubeziehen (bei der zielorientierten Beurteilung der Aufgabenerfüllung)

Die Personen als Rollenträger sind über ihre Projektzugehörigkeit hinaus in gewisse Institutionen (Unternehmen oder Planerbüros) eingebunden. Wenn auch rechtlich gesehen diese Institutionen als organisatorische Einheit für die Planungsleistungen verantwortlich sind, so ist zur Ermöglichung einer kooperativen teamorientierten Bearbeitung von Planungsaufgaben stets eine konkrete Person aus diesem Büro als zuständiger Bearbeiter zu nennen, welche inhaltlich auch mit der Hauptarbeit betraut ist (vgl. Kapitel 4.4.3.3). Die Kopplung mit dem Organisations-

modell erlaubt zudem die Verwaltung der zuständigen Personen bzw. projektbeteiligten Institutionen als projektbezogener Ressourcenpool, was eine wichtige Grundlage für ein ressourcenorientiertes Prozessmanagement darstellt.

Wie beschrieben wird eine Person in ihrer Funktion als Rollenträger dem Prozess als Verantwortlicher zugeordnet. Es wird aber in vielen Fällen so sein, dass bei der Bearbeitung eines Prozesses neben der eigentlichen inhaltlichen Arbeit gewisse Teilarbeiten bzw. Zuarbeiten von anderen Personen des entsprechenden Planungsbüros bzw. der Institution übernommen werden, wie z.B. das Anfertigen der Ergebnisdokumentation von einem technischen Zeichner. Hier macht es keinen Sinn, diese nur kurzfristig und für Nebentätigkeiten eingebundenen Personen ins Projekt aufzunehmen. Um dieser Tatsache gerecht zu werden, kann der verfügbare Ressourceneinsatz der zuständigen fachlichen Rolle entsprechend über die eigentlichen 100% des „hauptverantwortlichen“ Bearbeiters erhöht werden. Dies ermöglicht eine wesentlich flexiblere Zuschaltung der in den beteiligten Planungsbüros zur Verfügung stehenden Ressourcen bei dennoch eindeutiger Regelung der Verantwortlichkeit. So könne z.B. bei terminlichen Engpässen ohne großen Aufwand weitere bürointerne Ressourcen mit einsprechender Qualifikation hinzugenommen werden, um vorhandene projektbezogene Kapazitätsprobleme zu lösen. Auch Vertreterregelungen für die Ausübung der Rolle können so innerhalb der eingebundenen organisatorischen Einheiten gelöst werden. Die vertretende Person wird im Rollendokument entsprechend verwaltet.

Verwaltung der Zuständigkeiten und Vertragswesen

Die organisatorischen Informationen der Prozesse bilden zusammen mit den in den Arbeitspaketen verwalteten Beschreibungen der Aufgabenstellung die inhaltliche Grundlage zur Vertragsbildung. Dabei werden, wie in Abbildung 4.4-16 ersichtlich, aus dem Prozessdokument neben dem Ressourcenbedarf und der zuständigen organisatorischen Einheit auch die geplanten Start- und Endtermine sowie die Prozesskosten entsprechend dem festgeschriebenen Arbeitsaufwand und den vereinbarten Stundensätzen in den Vertrag übernommen. Um Problemen bei zeitlichen Verschiebungen zu vermeiden, können anhand der im Prozess verwalteten ablauflogischen Anordnungsbeziehungen die Start- und Endzeiten bzw. die Dauer auch relativ beschrieben werden. Eine weiterführende Erläuterung der Konzepte zum Vertragswesen kann Abschitt 4.4.3.5 entnommen werden.

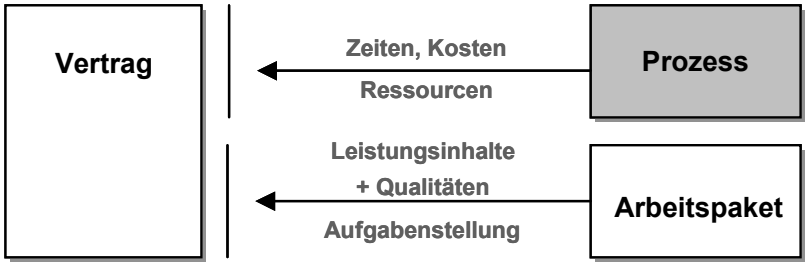


Abbildung 4.5-8: Der Prozess als Grundlage eines Vertragswesens

4.5.3.5 Managementzuständigkeiten bei der Prozessmodellierung

Die Modellierung von Prozessen wird in dem hier vorgestellten Konzept als Teamprozess betrachtet und entsprechend unterstützt. Dies geschieht – wie erläutert – unter anderem durch die Bereitstellung teamorientierter Kommunikationsmechanismen zur Koordination der Erarbeitung, Anpassung und Änderung von Prozessdaten. Eine hierzu notwendig werdende Klärung der Zuständigkeiten für diese Managementaufgaben wird über eine Kopplung mit dem teamorientierten Organisationsmodell (vgl. Kapitel 4.4) realisiert, durch welches die Organisation der konkreten Bearbeitungsrechte der prozessrelevanten Daten über die sogenannte **Managementrollen** (vgl. Abschnitt 4.4.3.3) geregelt wird: Das Management des Prozessmodells auf Koordinations- bzw. Projektebene beinhaltet die Erarbeitung und Koordination von Projektphasen und Meilensteinplan. Diese Aufgaben obliegen der Person, welche die Projektmanagementrolle „Planung und Steuerung“ (PM-R-P+S) inne hat. Auf Teamebene ist der Inhaber der Teamrolle „Planung und Steuerung“ (TM-R-P+S) für die Erarbeitung und Koordinierung der Rahmenprozesse und Prozesse ihres jeweiligen Teams zuständig. Die folgende Abbildung zeigt schematisch die Zuordnung der zuständigen organisatorischen Rollen zu den Elementen des Prozessmodells.

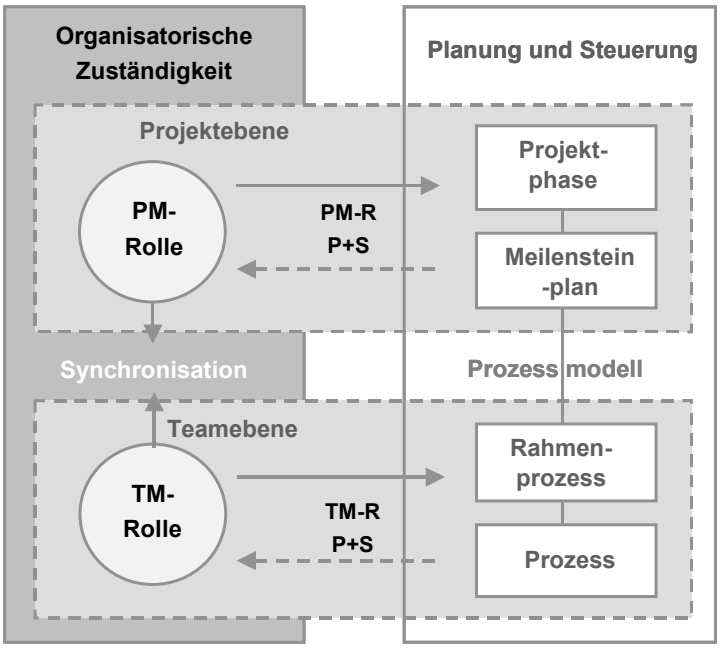


Abbildung 4.5-9: Managementzuständigkeiten bei der Prozessmodellierung

Für das Prozessmodellmodell ergeben sich folgende konkrete Managementzuständigkeiten entsprechend Kapitel 4.4.3.3:

Managementtätigkeiten	Zuständige Funktion
Zeitliche Koordination Gesamtprojekt	PM-R P+S
Koordination der Projektphasen	PM-R P+S
Meilenplan anlegen und verwalten	PM-R P+S
Ressourcenplanung Gesamtprojekt	PM-R-P+S in Abstimmung mit TM-R-P+S
Koordinierung der Erarbeitung der Ablauflogik der Teamprozesse	TM-R-P+S
Ressourcenplanung auf Teamebene	TM-R-P+S mit zuständ. Prozessverantwortlichen
Terminkoordination	TM-R-P+S

Tabelle 4.5-1: Managementtätigkeiten und Zuständigkeiten im Prozessmodell

4.5.3.6 Datenschema des Teilmodells

In der folgenden Abbildung 4.5-10 werden die Elemente des Teilmodells (Phase, Meilenstein, Rahmenprozess und Prozess) zusammenfassend mit ihren Relationen anhand eines Entity Relationship Models (vgl. ERM in Kapitel 2.2.4.1) dargestellt. Das Datenschema zeigt die Struktur des Teilmodells mit seinen Elementen, ihre interne Vernetzung sowie die Einbindung in das gesamte Projektmodell über die Kopplung mit den übrigen Teilmodellen.

Anhand der oben dargestellten ER-Schemas werden die Bestandsrelationen der Prozessebenen deutlich, welche zur Abbildung der Prozesshierarchie dienen. Durch ablauflogische Verknüpfung können die Anordnungsbeziehungen der Prozesselemente abgebildet werden. Darüberhinaus wird in der Abbildung die Verknüpfung mit dem Ziel- und Aufgabensystems über die Planungsinhalte und Aufgaben deutlich, welche die bei der Prozessdurchführung zu bearbeitenden Aufgabeninhalte repräsentieren. Über eine Zuordnung der Prozesse über organisatorische Projektrollen zu den Personen des Organisationsmodells wird die Regelung der Zuständigkeiten und das Ressourcenmanagement ermöglicht. Die Kopplung mit dem Informationsflussmodell dient zum einen dem prozessorientierten Terminmanagement sowie der Bereitstellung laufzeitbezogener Kommunikationsmechanismen, wie z.B. Benachrichtigungen bei Statuswechsel der Prozesse.

***Anmerkung**: In den verknüpften Teilmodellen sind nur die Elemente dargestellt, die in direkter Wechselwirkungen mit dem Prozessmodell stehen.*

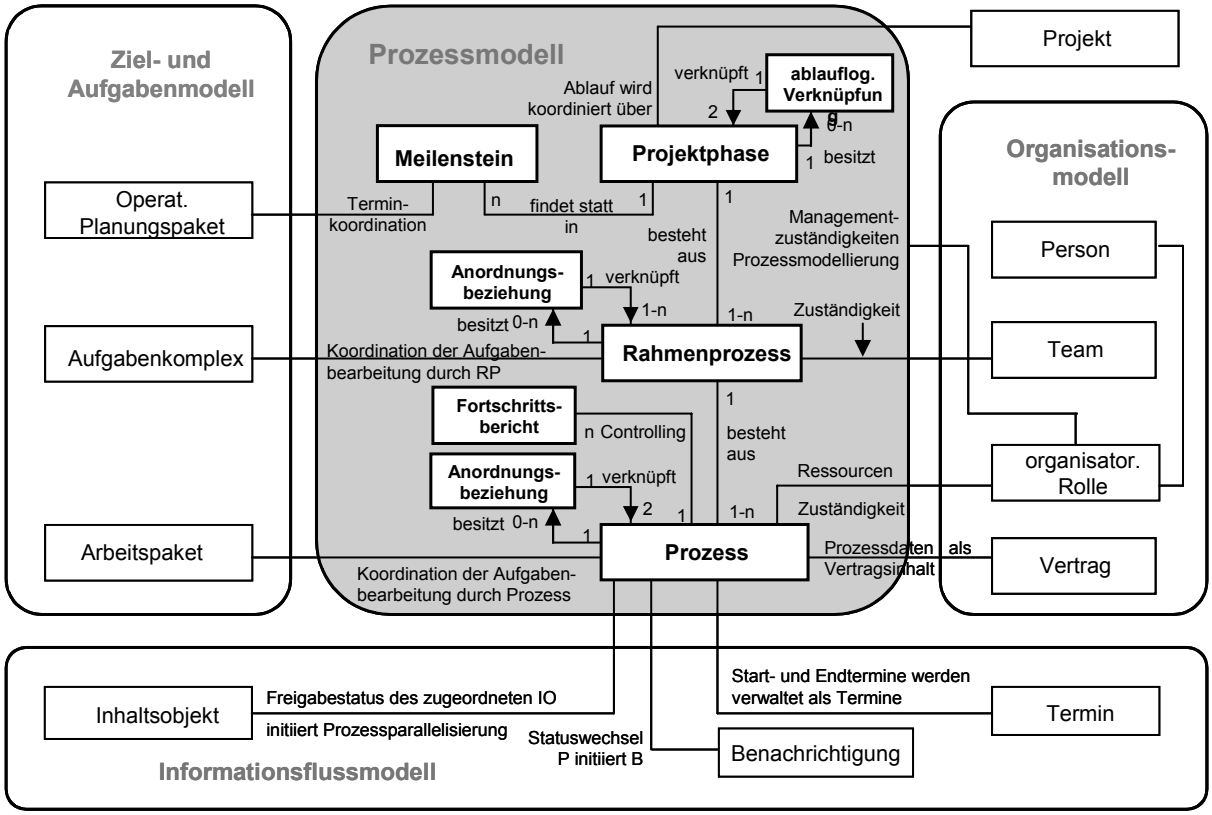


Abbildung 4.5-10: Vereinfachtes ERM des Teilmodells

Die Eigenschaften der Modellelemente werden anhand zugeordneter Attribute beschrieben. Diese dienen neben der eigentlichen Beschreibung des Elementinhaltes zur besseren Einordnung in den Kontext der Projektabwicklung. So stellen z.B. Angaben zu Start- bzw. Endterminen eine wichtige Voraussetzung zum prozessbezogenen Terminmanagement dar. Für das hier beschriebene Prozessmodell werden folgende Attributkategorien zur Verfügung gestellt:

- Elementbeschreibung und allgemeine Angaben
- Einordnung in den thematischen Projektkontext
  - zugehörige Aufgabenstellung
  - prozessrelevante Informationen
- Strukturinformationen
  - Prozesshierarchie
  - Ablauflogik
- Management und Koordination
  - Zuständigkeit
  - Terminkoordination
  - Ressourcen
  - Controlling

- Verwaltungsinformationen

Auf die einzelnen Elemente und ihre spezifischen Attribute wird aus Gründen des Umfanges im Anhang eingegangen.

4.5.4 Vorgehen bei der Prozessmodellierung

Eine phasenweise stattfindende Konkretisierung und Anpassung des Ziel- und Aufgabensystems und die darauffolgende Überführung der Arbeitspakete in ablauflogisch verknüpfte Prozesse erlaubt im Prozessmodell die Erfassung der hohen Planungsdynamik. Die detaillierte Planung der einzelnen Projektphasen erfolgt dabei erst im Planungsverlauf vor Beginn der jeweiligen Phase unter Berücksichtigung des aktuellen Wissenstandes. Aufbauend auf den inhaltlichen Wechselwirkungen der in Rahmen der Prozesse zu bearbeitenden Aufgaben erfolgt die Erarbeitung der ablauflogischen Struktur mit der Spezifikation der Anordnungsbeziehungen. Danach geschieht die Zuordnung der Prozesse zu den zuständigen organisatorischen Rollen im Rahmen der Prozesskoordination. Nach erfolgter Abschätzung des Aufwandes kann bezugnehmend zu den zugeordneten Personen die Ressourcenplanung sowie die abschließende Terminplanung stattfinden. Folgende Abbildung zeigt die Aufgaben zur Prozessmodellierung im Rahmen der strategischen Planung in der Metaphase.

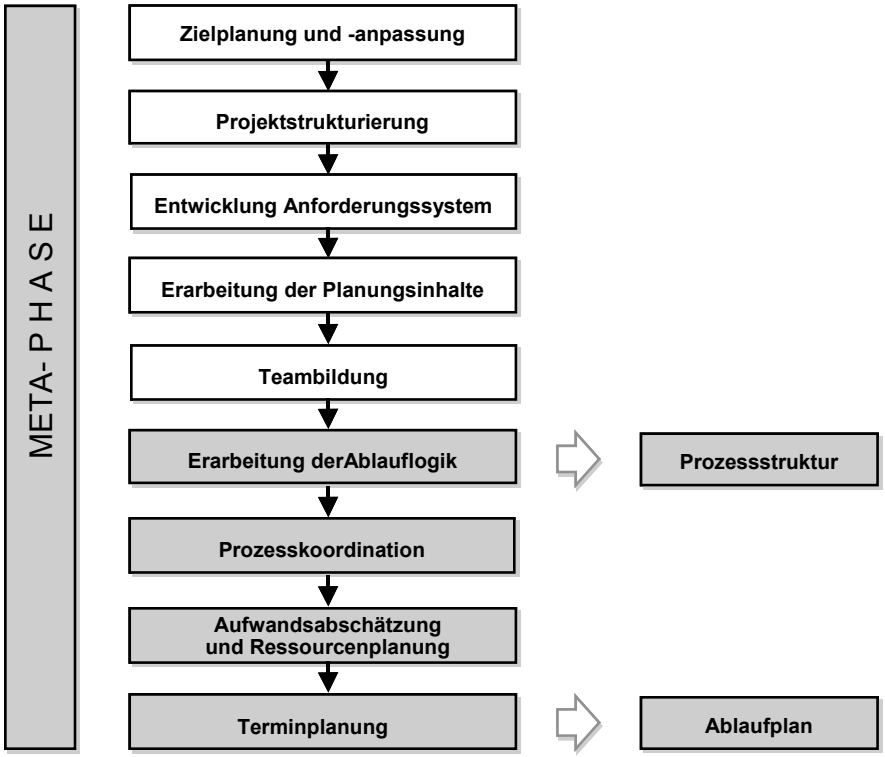


Abbildung 4.5-11: Phasenorientiertes Vorgehen bei der Prozessmodellierung

Vorgehen auf Koordinationsebene

Nach erfolgter Projektdefinition im Vorfeld des Projektes und anschließender Projektfreigabe wird zunächst, wie in Abbildung 4.5-12 dargestellt, ein sogenanntes Initialteam gebildet (vgl. Kapitel 4.4.4), welches im Rahmen der strategischen Planung des Projektes eine für dieses spezifische Projekt sinnvolle Phasengliederung erarbeitet. Als Grundlage einer solchen projektspezifischen Anpassung kann die in Kapitel 4.7 vorgestellte Phasengliederung herangezogen werden. Wichtige Punkte stellen hierbei die Festlegung der Phasenabfolge sowie eine hierauf aufbauende Abschätzung der Dauer und Festlegung der Endtermine der einzelnen Phasen dar.

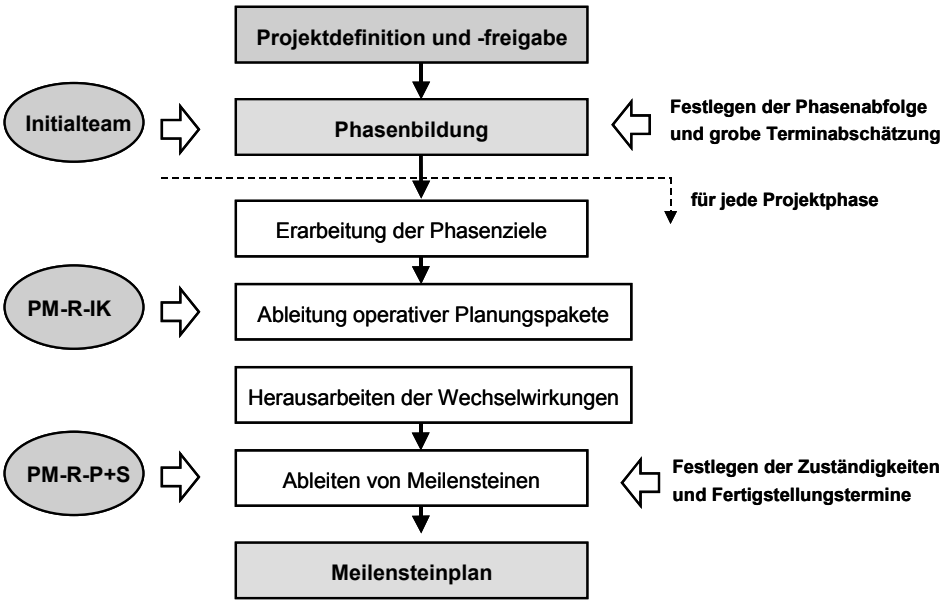


Abbildung 4.5-12: Erarbeitung der Ablauforganisation auf Koordinationsebene

Die Erarbeitung und letztendlich Freigabe diese Phasenplanes erfolgt unter Koordination der Projektrolle „Planung und Steuerung“ (PM-R-P+S). Aufbauend auf der Festlegung des Phasenplanes als grober terminlicher Rahmen für das gesamte Projekt findet zu Beginn jeder Phase (Metaphase) die strategische Planung dieser Phase statt. Hierbei werden unter Leitung der Projektmanagement-Rolle „Inhaltliche Koordination“ (PM-R-IK) aufbauend auf der Anpassung und Detaillierung der Projektziele sogenannte „operative Planungspakete“ mit ihren inhaltlichen Verknüpfungen erarbeitet (vgl. Kapitel 1.1). Zu diesen werden unter Koordination der Projektmanagement-Rolle „Planung und Steuerung“ (PM-R-P+S) durch das Managementteam Meilensteine erarbeitet, welche die Fertigstellungstermine sowie die Zuständigkeiten klären. Die Freigabe des phasenorientierten Meilensteinplanes erfolgt durch die PM-R-P+S.

Teamorientierte Erarbeitung der Ablauforganisation auf Detailebene

Die Erarbeitung der Ablaufkoordination auf Detaileben erfolgt bezugnehmend auf den übergeordneten Meilensteinplan durch eine Überführung der Aufgabenstellungen des Teams in eine sinnvolle Ablauflogik. Die hierzu notwendigen Managementaufgaben der Projektplanung wer-

den im Rahmen von teamorientierten Prozessen partizipativ durchgeführt. Dabei werden folgende Schritte durchlaufen:

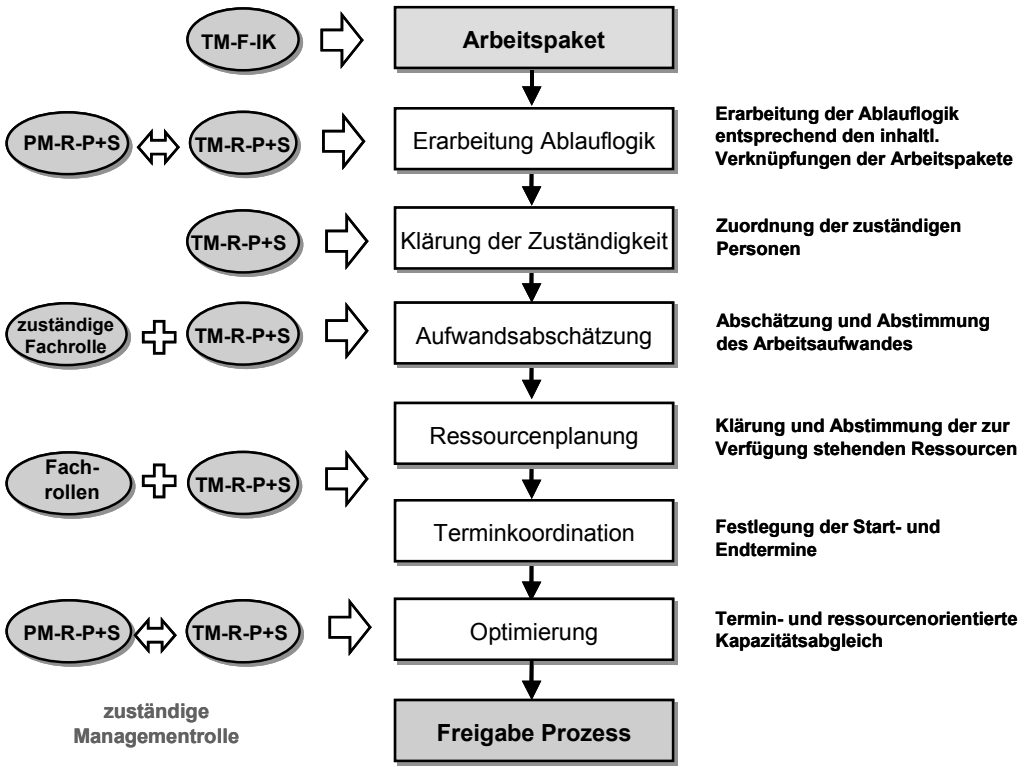


Abbildung 4.5-13: Erarbeitung der Ablauforganisation auf Detailebene

Zu Beginn jeder Projektphase erfolgt aufbauend auf den inhaltlichen Abhängigkeiten der Aufgabenstellungen, welche sich aus den Wechselwirkungen der problembezogenen Zielsetzungen und Anforderungen ergeben, die Überführung der einzelnen Arbeitspakete in ablauflogische verknüpfte Prozesse. Bei der Erarbeitung der ablauflogischen Anordnungsbeziehungen wird durch die Teammanagementrolle „Planung und Steuerung“ (TM-R-P+S) ein erster Vorschlag erarbeitet, welcher mit den Teammitgliedern abzustimmen ist. Um hier eine nur rein teambezogene Betrachtung zu vermeiden, ist eine Abstimmung mit den Planungsprozessen der sonstigen Teams über die Projektmanagementrolle PM-R-P+S notwendig, da auch zu Prozessen anderer Teams Verknüpfungen bestehen können. Die ablauflogischen Verknüpfungen werden sodann anhand der in DIN 69901 spezifizierten Anordnungsbeziehungen abgebildet.

Sodann erfolgt die Zuordnung der zuständigen Fachrollen (vgl. Kapitel 4.4.4) und damit entsprechend qualifizierter Personen zu den einzelnen Prozessen. Diese Prozesskoordination geschieht, wie in Abbildung 4.5-13 dargestellt, unter der Leitung der Teammanagement-Rolle „Planung und Steuerung“ (TM-R-P+S). Da dies in enger Wechselwirkung mit der in Kapitel 4.4.4 beschrieben Besetzung des Planungsteams steht, wird zudem die Teammanagementrolle „Projektorganisation“ (TM-R-PO) beratend hinzugezogen. Sind die Zuständigkeiten geklärt, so gibt jedes Teammitglied unter Absprache mit der TM-R-P+S eine Aufwandsschätzung für sein Arbeitspaket ab. Hierbei soll auf das Erfahrungswissen der einzelnen Fachplaner zurückgegriffen

werden, da diese den Bearbeitungsaufwand für spezifische Problemstellungen ihrer Domäne wesentlich besser einschätzen können, als ein fachfremder Projektsteuerer.

Die Klärung und Abstimmung der zur Verfügung stehenden Ressourcen erfolgt anhand einer Absprache der den Prozessen zugeordneten Rollenträgern bzw. der zugehörigen Planungsbüros und der TM-R-P+S. Die Regelung der Verantwortlichkeiten über organisatorische Rollen ermöglicht hier bei Kapazitätsengpässen flexibles Hinzuschalten von entsprechend qualifizierten Ressourcen aus den beteiligten Planungsbüros. Nach der Koordination der Planerkapazitäten kann durch die TM-R-P+S die Abstimmung und Festlegung der Start- und Endtermine der Prozesse erfolgen, wobei auf den durch den Rahmenprozess des Teams vorgegebenen zeitlichen Rahmen zu achten ist. Hierbei unterstützt ein teamorientiertes Terminmanagement (vgl. Kapitel 5.4.9.3) die Abstimmung der Prozess-Termine. Bevor die Freigabe der Prozesse erfolgen kann, findet im Rahmen einer Prozessoptimierung durch die TM-R-P+S ein termin- bzw. ressourcengerechter Kapazitätsabgleich statt.

Das Vorgehen zur Erarbeitung der teamorientierten Rahmenprozesse erfolgt analog dem Vorgehen auf Prozessebene. Die Prozesskoordination erfolgt hier unter Leitung der PM-R-P+S partizipativ unter den TM-R-P+S der beteiligten Teams der gesamten Phase.

4.5.4.1 Integration assistierender Funktionalitäten

Ergänzend zu den bisher beschriebenen Konzepten zur Unterstützung der Erarbeitung und Koordination der Ablauforganisation wurden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Informationslogistik der Landes Baden-Würtemberg [Info02] unter Mitarbeit der Autorin verschiedene ergänzende Funktionalitäten und Werkzeuge entwickelt. Die folgende Abbildung Abbildung 4.5-14zeigt die Interaktion dieser Module mit dem hier beschriebenen Prozessmodell.

Die Arbeitsgebiete der **Entwicklungsprozesssimulation und –optimierung** dienen als Voraussetzung einer flexiblen phasenorientierten Koordination der zugrunde liegenden Kooperationen. Die „Planungsbeherrschung mittels Informationsverdichtung“ stellt die Grundlage eines **prozessbegleitenden Controlling** dar. Das Aufgabengebiet der internetbasierten Prozessinteraktion, d.h. die **prozessbezogene Bereitstellung externer, verteilter Informationsobjekte** im aktuellen, lokalen Prozess stellt eine Ergänzung des projektinternen Informationsmanagements (vgl. Kapitel 4.6.3.3) dar.

Die Nutzung von **Entwicklungsprozesswissen** fungiert als essentieller Basisdienst. Auf dieses System zur Repräsentation und Wiederverwendung von Prozesswissen und dessen Einbindung in die im Rahmen dieser Arbeit beschriebenen Konzepte wird im folgenden Abschnitt genauer eingegangen.

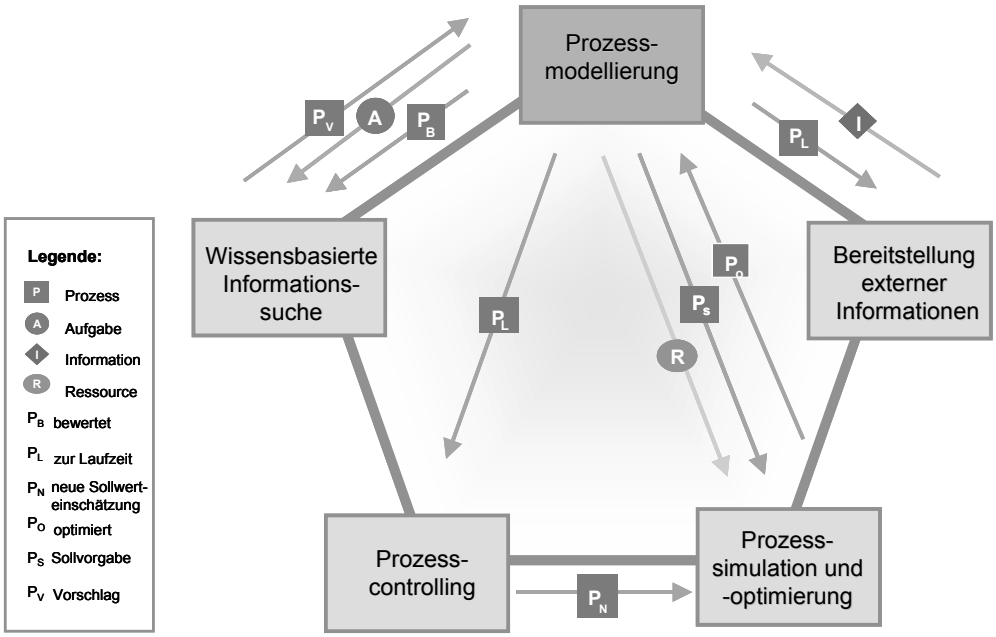


Abbildung 4.5-14: Interaktion der assistierenden Module

Assistierende Wissensbasis mit Prozesserfahrungswissen

Das in Kapitel 4.7 beschriebene planungsmethodische Vorgehensmodell spezifiziert als allgemeingültiger übergeordneter Planungsrahmen einen Vorschlag zu Instanziierung des Prozessmodells. Um den Projektbeteiligten zusätzlich bei der Prozessmodellierung bzw. der projektspezifischen Erarbeitung der detaillierten Ablaufstruktur für die Objektplanung weiterführende Unterstützung bieten zu können, wird die beschriebene prozessorientierte Wissensbasis angebunden. Sie ermöglicht einen flexiblen Zugriff auf detailliertes Prozess-Erfahrungswissen für verschiedenen Projektkontexte. Ziel ist es, eine flexible Einbindung von prozessbezogenem Erfahrungswissen aus dem jeweiligen konkreten Problemkontext heraus zu ermöglichen. Angepasst an das im Rahmen dieser Arbeit erarbeitete Konzept einer klassifizierten Verwaltung von Planungsaufgaben wird eine problem- und aufgabenbezogene Wissensverwaltung in Form von Kontexten zur Wissensspeicherung und Wissensidentifikation ermöglicht. Sie bietet so als Ergänzung zu dem in Kapitel 4.7 vorgestellten übergeordneten Vorgehensmodell Unterstützung bei der Spezifikation der Planungstätigkeiten auf Detailebene und ermöglicht so die Berücksichtigung der projektbezogenen Rahmenbedingungen.

Die Anbindung der verschiedenen assistierenden Module an die Prozessmodellierung setzt das Vorhandensein entsprechender inhaltlicher Schnittstellen sowie einer integrierenden Gesamtstruktur im Projektmodell voraus. Anhand der in Kapitel 4.2 erläuterten Strukturierungsprinzipien wird die Zuordnung von entsprechenden Klassifizierungskriterien zu den prozessrelevanten Informationen ermöglicht. Diese Spezifizierung der Problemstellungen und Prozesse ermöglicht zum einen eine kontextgerechte Anfrage in der Prozess-Wissensbasis, da anhand dieser spezifischen Problemstellung nach Prozessketten aus bisherigen Projekten gesucht wird. Diese auf Basis der einzelnen konkreten Teamaufgabe (vgl. Aufgabenkomplex in Kapitel 4.3.3.4) stattfin-

denden Suche nach Wissen bietet eine hohe Flexibilität und ermöglicht die Berücksichtigung der spezifischen Problemstellung des aktuellen Planungskontextes. Dieser problemspezifische Zugriff auf detailliertes Prozesswissen ist als flexible Ergänzung des in Kapitel 4.7.2 beschriebenen planungsmethodischen Vorgehensmodells zu sehen, welches ein übergeordnetes Planungsvorgehen durch die Bereitstellung allgemeiner Planungsschritte spezifiziert. Durch diese Kopplung der zwei Prozessebenen kann ein verfrühtes Festlegen auf standardisierte Prozessketten auf detaillierter Ebene - z.B. als eine Art Standard-Prozessschablone- vermieden werden, da dies – aufgrund der mangelnden Standardisierbarkeit von Planungsprozessen auf Detailebene – zu einer Festlegung auf zu starre Lösungsmuster führt.

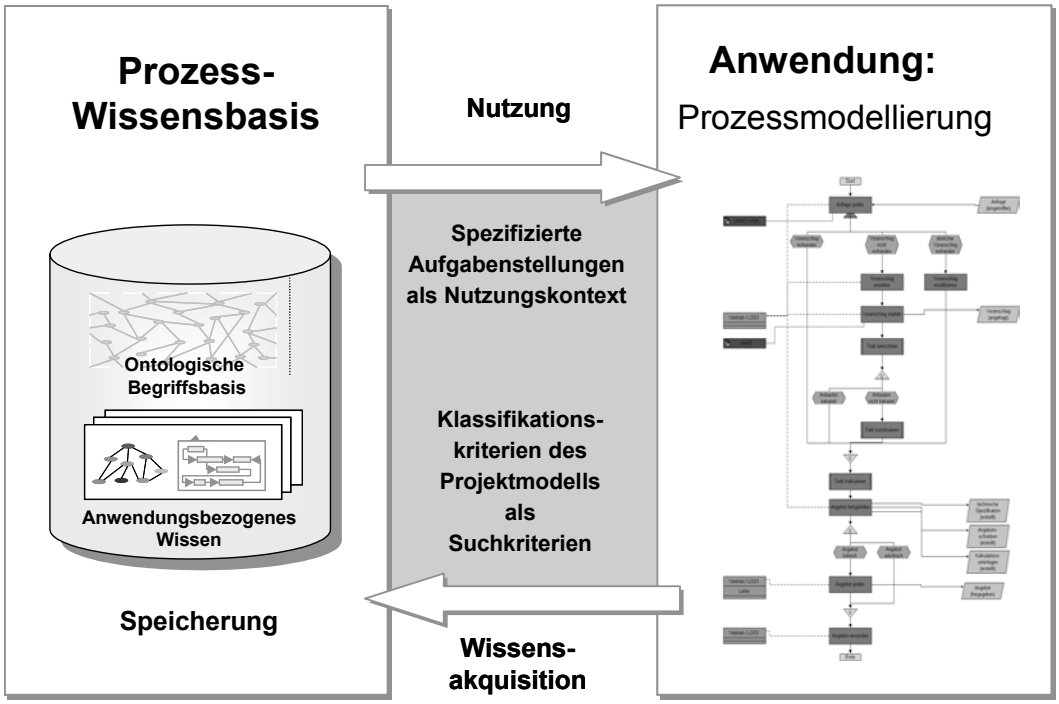


Abbildung 4.5-15: Anbindung der assistierenden Wissenbasis mit Prozessmodulen

Die Spezifizierung der Problemstellungen zu Objektfunktionen, konkreten Objektkomponenten und Projektfunktionen dient zudem als Grundlage der Suche nach geeigneten externen Informationsobjekten. Die Verknüpfung der verschiedenen Objekte des Projektmodells (Aufgaben, Ressourcen, Informationen) mit den Prozessen dient als Basis einer ressourcenorientierten Optimierung der Prozesse und eines prozessbegleitenden Controllings.

Das in Abbildung 4.5-16 dargestellte Ablaufmodell beschreibt das Ineinanderwirken der verschiedenen Module. Die beschriebenen Module dienen dabei sowohl der Unterstützung der strategischen Planung in der Metaphase sowie der Laufzeitunterstützung in der Synthesephase. Das dargestellte Ablaufmodell wurde im Rahmen dieser Dissertation überarbeitet und an die Gegebenheiten des hier vorgestellten Prozessmodells angepasst.

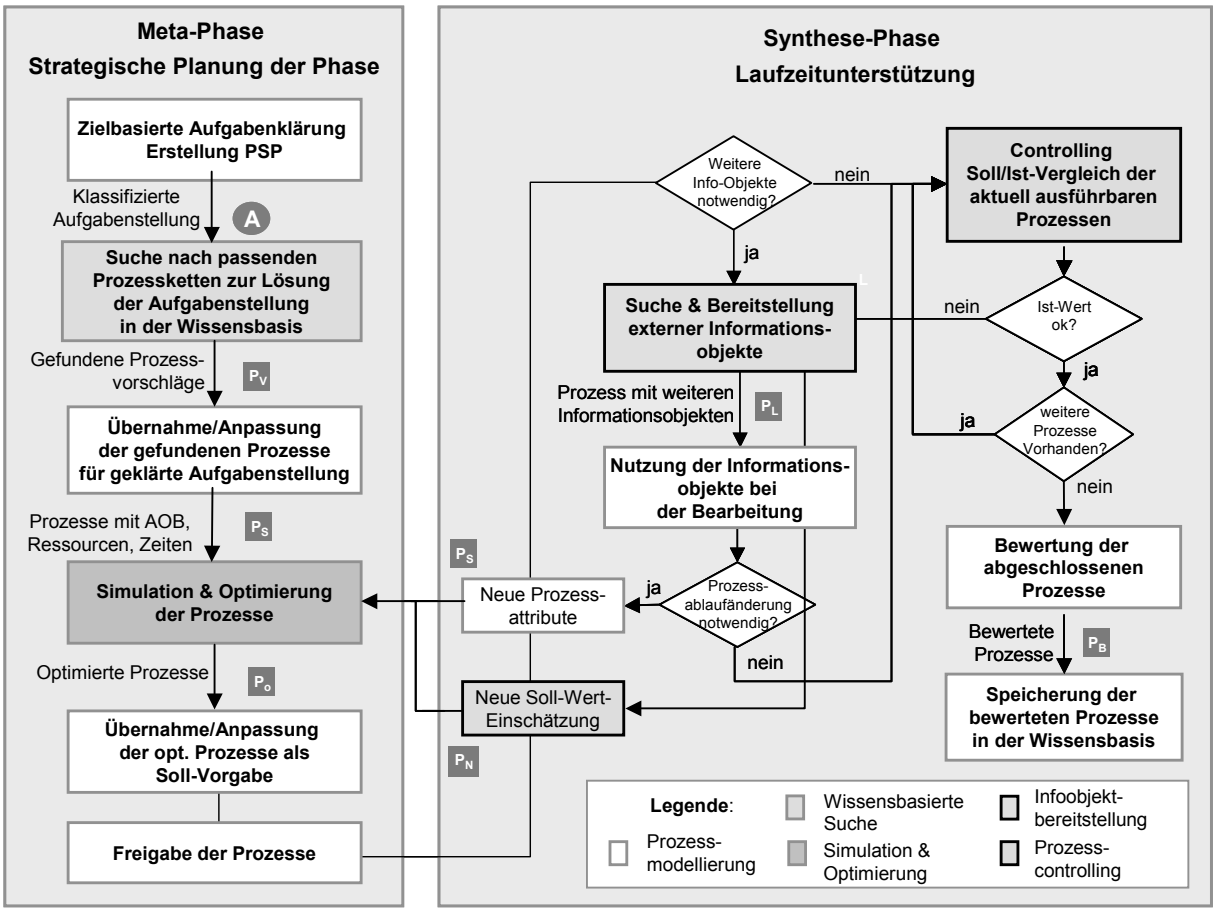


Abbildung 4.5-16: Ablaufmodell zur Prozessmodellierung mit Einbindung assistierender Module in Anlehnung an [Info02]

Der technische Austausch der Prozessdaten erfolgt über eine in Kapitel 5.4.10.1 beschriebene XML-Schnittstelle. Hierzu wurde auf inhaltlicher Ebene eine Dokumenttyp-Definition (DTD) erarbeitet, welche die für den Austausch relevanten Elemente des Projektmodells mit ihren Attributen spezifiziert. Bezüglich einer detaillierten Beschreibung dieser Arbeiten sei auf [Info02 sowie GrKl03] verwiesen.

4.6 Informationsflussmodell

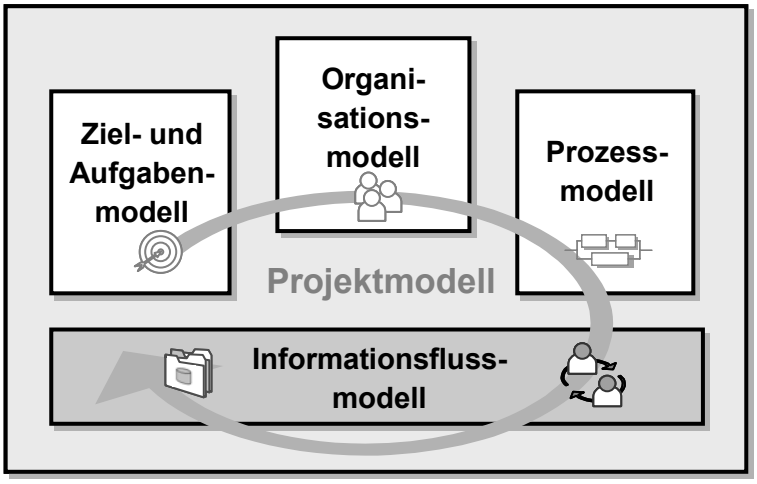


Abbildung 4.6-1: Das Informationsflussmodell im Gesamtkontext

Der Erfolg von Teamarbeit ist nicht nur von der Struktur des Teams und der Aufteilung der Aufgabenstellungen innerhalb der Gruppe abhängig. Eine wichtige Rolle spielt die Gruppendynamik, die Interaktion innerhalb der Gruppe sowie der persönliche Kommunikations- und Arbeitsstil der Projektbeteiligten. Eine effektive Unterstützung der Kommunikation und Informationsverteilung wird so zu einem Schlüsselfaktor für eine erfolgreiche Kooperation innerhalb und zwischen den beteiligten Teams.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Kommunikation und damit der effektiven Zusammenarbeit in einer Gruppe oder Organisation ist ein gemeinsamer Wissensstand der Beteiligten. Zentrale Bedeutung kommt hierbei der Verteilung von Informationen zu. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Betroffenen räumlich verteilt oder zeitlich abwechselnd tätig sind. Je größer die zu überwindenden räumlichen oder zeitlichen Distanzen, desto höher ist der Kommunikationsaufwand. Gerade bei branchenübergreifenden Kooperationen muss es daher primäres Ziel sein, diesen Kommunikationsaufwand zu minimieren und mit Hilfe geeigneter Methoden und Werkzeuge die Kommunikation und den Austausch von Informationen innerhalb und zwischen den beteiligten Planungsteams zu unterstützen.

Betrachtet man die Planung als einen hauptsächlich Informationsverarbeitenden Prozess, so stellen Informationen aus systemtechnischer Sicht die grundlegende Systemgröße eines Planungsprojektes dar. Abstrakt betrachtet werden sie im Rahmen von Projektfunktionen durch die Projektbeteiligten als Funktionsträger transformiert. Informationsobjekte bilden somit als Flussgrößen das Input und Output bei der Ausübung der verschiedenen Projektfunktionen. Die pro-

zessbegleitende Vernetzung der verschiedenen Informationsobjekte und die Koordinierung des Informationsflusses werden somit zu einem sehr wichtigen Punkt. Das Informationsfluss-Modell bildet dabei ein verbindendes Element bzw. eine Art „informationstechnische Klammer“ für die auf Basis des Projektmodells stattfindenden informationserzeugenden bzw. -verarbeitenden Prozesse.

In diesem Kapitel wird das Konzept eines Informationsflussmodells vorgestellt, welches den Planungsbeteiligten im verteilt stattfindenden Kooperationsprozess die benötigten Informationen bedarfsgerecht zur Verfügung stellt und welches durch die Schaffung einer hohen Transparenz hinsichtlich der Planungsinhalte und des Projektstandes eine horizontale Integration der verschiedenen informationsverarbeitenden Planungs- und Managementprozesse ermöglicht. Das erarbeitete Informationsmodell beinhaltet dabei die im Planungsprozess bzw. Projekt erstellten und bearbeiteten Informationsobjekte, welche durch sogenannte Inhaltsobjekte verwaltet werden. Sie dienen unter anderem zur Dokumentation der Planungslösungen und repräsentieren so indirekt den Planungsgegenstand in seinem jeweiligen Konkretisierungsgrad der Planung. Die Informationsflüsse werden geregelt über entsprechende informationslogistische Strukturen sowie hierauf aufbauende Zugriffs- und Verteilungsmechanismen. Ihre effiziente Handhabung und Transformation zur Generierung von Planungslösungen soll daher durch die Bereitstellung der im weiteren beschriebenen Konzepte zum Informationsmanagement unterstützt werden. Ergänzt wird dies durch Konzepte zur Unterstützung einer flexiblen Kommunikation.

4.6.1 Grundlagen der Informations- und Kommunikationsmagagements

Im folgenden Abschnitt werden die grundlegenden Zusammenhänge und Begrifflichkeiten erläutert, die zum Verständnis der entwickelten Konzepte zum Informations- und Kommunikationsmanagement wichtig sind.

Begriffsklärung – Daten, Informationen und Wissen

Zur Entwicklung von Konzepten zum Informationsmanagement ist das Verständnis der Begriffe Daten, Informationen, Wissen von zentralen Bedeutung.

Als **Daten** werden nach Königer und Reithmeyer [ReKö98] Symbole aller Art bezeichnet. Hierzu zählen die Buchstaben der verschiedenen Alphabete genauso, wie Zahlen, Satzzeichen und Piktogramme. Diese Zeichen können zwar vom Menschen als solche erkannt werden, ergeben aber alleine noch keinen Sinn. Erst im Zusammenhang werden aus Daten **Informationen**, die für den Betrachter eine Bedeutung haben. Während Informationen über die Schrift, wie etwa ein Kaligraphiebuch, bei der Entzifferung helfen, wird sich ein Verständnis der jeweiligen Sprache erst mit dem Wissen um die jeweilige Kultur einstellen. Neues **Wissen** entsteht also aus der Verknüpfung von Informationen mit vorhandenem Wissen und der Einbindung in einen bestimmten Wissenkontext.

Der wesentlich Unterschied zwischen Daten, Informationen und Wissen ist die Dokumentationsfähigkeit. Während Daten in der elektronischen Datenverarbeitung binär codiert gespeichert sind und mit Hilfe geeigneter Werkzeuge zu sinnvollen Informationen verknüpft werden können,

ist das zugehörige Wissen letztendlich nur in den Köpfen der beteiligten Menschen vorhanden. Mit Hilfe der Informationstechnik lässt sich lediglich ein statisches Abbild des vorhandenen Wissens schaffen.

Mit Meta-Wissen bezeichnet man im Forschungsbereich der künstlichen Intelligenz das Wissen um Schlußfolgerungs-, Problemlösungsstrategien und Wissensakquisition. Weiterhin kann über den Formalisierungsgrad der Daten und Informationen unterschieden werden. Während Daten meist vollständig formalisiert sind, können Informationen auch in informeller Form vorliegen. Diese Einteilung ist nur relativ möglich und hängt von der jeweiligen Situation ab.

Bei der Einteilung in implizites oder explizites Wissen ist die Unterscheidung zwischen logischen Schlußfolgerungen und dokumentiertem Wissen gemeint.

Kommunikationsarten

Unter Kommunikation im engsten Sinne versteht man ein Gespräch zwischen zwei Personen. Durch die Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechnik wird der Begriff inzwischen jedoch allgemeiner verstanden. Er beschreibt die Übertragung von Informationen von einer Quelle über einen Informationskanal an einen Empfänger. Dies umfasst sowohl die persönliche Kommunikation, durch die Wissen weiter vermittelt wird, als auch die informationstechnische Kommunikation, bei der Daten verteilt werden.

Die Kommunikationstheorie [vgl. TSMB95] unterscheidet zwei **Kommunikationsebenen**: Die Ebene der normalen Kommunikation und die Ebene der Meta-Kommunikation. Als Meta-Kommunikation wird die Kommunikation über Probleme beim Austausch von Informationen bezeichnet. Kommunikationsprobleme können sich in technischer Hinsicht durch Störungen der Informationsübertragung ergeben oder durch Medienbrüche. Im zwischenmenschlichen Bereich entstehen sie durch Unterschiede in dem für die Kommunikation notwendigen und vorausgesetzten Wissenskontext, in welchen die erhaltenen Informationen eingeordnet werden.

Im Zusammenhang der räumlich verteilten Zusammenarbeit wird es zudem notwendig zwischen synchroner, zeitgleicher und asynchroner bzw. zeitlich versetzter Kommunikation zu unterschieden.

Abbildung 4.6-2: Synchrone Kommunikation

Bei der **synchronen Kommunikation** (siehe Abbildung 4.6-3) treten die Beteiligten zeitgleich miteinander in Verbindung, z.B. in einem direkten Gespräch oder räumlich verteilt über das Telefon. Die aktive Rolle innerhalb eines Kommunikationsvorganges nimmt der Sender ein, während der Zuhörer als Empfänger passiv bleibt.

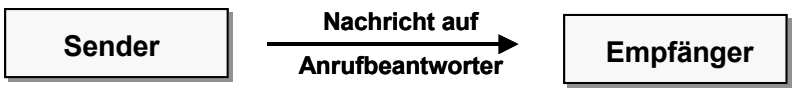


Abbildung 4.6-3: Asynchrone, gerichtete Kommunikation

Der **asynchronen Austausch** umfasst den gerichteten Austausch, wie z.B. das Sprechen einer Nachricht auf den Anrufbeantworter (siehe Abbildung 4.6-3), oder den ungerichteten Austausch, wie z.B. das Ablegen von Dokumenten in einen Informationspool (vgl. Abbildung 4.6-4). Dabei dient der Informationspool als eine Art Zwischenspeicher für die auszutauschenden Informationsobjekte.

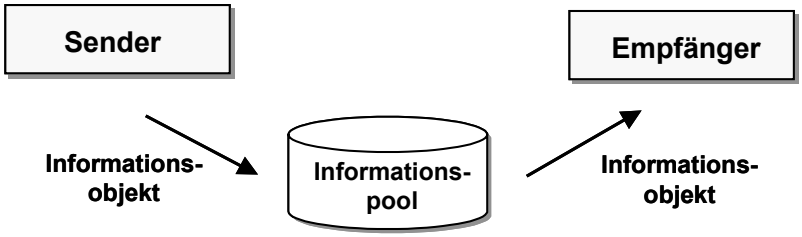


Abbildung 4.6-4: asynchroner, ungerichteter Austausch

4.6.2 Anforderungen und Lösungsansatz

Ziel des hier beschriebenen Teilmodells ist die Erarbeitung eines informationslogistischen und kommunikationsunterstützenden Rahmens für die Durchführung kreativer, schlecht standardisierbarer und formalisierbarer Planungs- und Managementprozesse.

Teamorientierte Informations- und Kommunikationsflüsse finden, wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert, auf verschiedene Art und Weise statt. Wichtige Kriterien für die Wahl des Unterstützungsansatzes sind der Strukturierungsgrad der Information und der Grad der Standardisierbarkeit der informationsverarbeitenden Planungsprozesse bzw. die Festlegbarkeit der Informationsflüsse.

Strukturierungsprinzipien

Gerade bei der Bauplanung existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Informationsrepräsentationen, die zum Teil nur schwach strukturiert sind und je nach situativem Kontext sehr unterschiedlich eingesetzt werden [vgl. KöRe98]. Der alleinige Einsatz sehr stark auf Formalisierung basierender informationstechnischer Verfahren erscheint, wie Abbildung 4.6-5 zeigt, daher hier nicht sinnvoll. Ziel soll es aber dennoch sein, den Strukturierungsgrad der Informationen zur besseren Handhabung auf ein Maß zu erhöhen, welches noch genügend Flexibilität und offene Kommunikation ermöglicht.

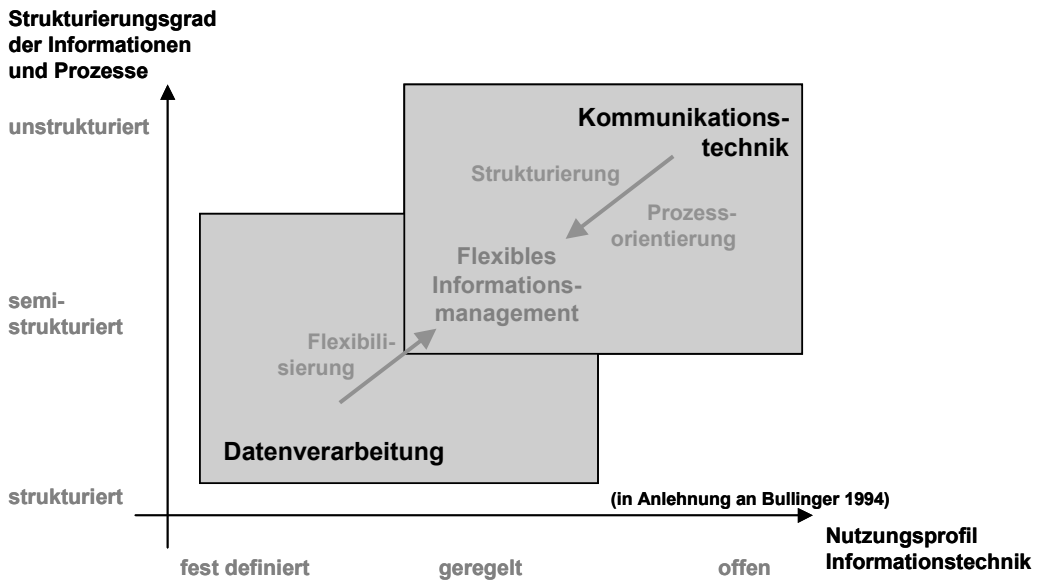


Abbildung 4.6-5: Informationsmanagement in Abhängigkeit vom Strukturierungsgrad

Als Lösungsansatz soll aufbauend auf den in Kapitel 4.2.2.1 erläuterten Grundprinzipien der Strukturierung und Klassifizierung von Informationen ein Konzept erarbeitet werden, welches durch Kopplung prä- und postkoordinativer Informationsvernetzung die Erfassung vorhandener Unschärfe ermöglicht. Im Gegensatz zu starren fest definierten Mechanismen zur Informationsverarbeitung und Verteilung soll so eine Flexibilisierung und Anpassbarkeit an den aktuellen Planungskontext ermöglicht werden.

Zugriffs- und Verteilungsmechanismen

Ein Großteil der Kommunikation im verteilten Planungsprozess erfolgt implizit und zudem meist asynchron über eine zentral verwaltete Informationsbasis. Diese Informationsbasis dient der problembezogenen, konsistenten Dokumentation und Verwaltung der im Planungsprozess erzeugten Ergebnisse und sonstigen benötigten Informationen sowie zur Kommunizierung von ergänzendem Wissen. Ziel ist es hierbei, eine Vielzahl an unterschiedlichen Informationstypen zu erfassen und dennoch Methoden und Ordnungssystematiken bereitzustellen, die trotz der Menge und Vielfalt an Informationen einen bedarfsgerechten Zugriff sicherstellen.

Die informationstechnische Unterstützung eines kooperativen Planungsrahmens durch tertiäre kommunikationsunterstützende und informationslogistische Strukturen sollte, wie Abbildung 4.6-6 zeigt, neben der reinen Bereitstellung einer strukturierten Informationsbasis auch Unterstützung hinsichtlich offener und flexibler Zugriffs- und Verteilungsmechanismen zur Koordination der Informationsflüsse gewährleisten. Ergänzend sollen zudem Funktionalitäten zur Unterstützung expliziter, situativer Kommunikation bereitgestellt werden. So können die Teammitglieder während der Aufgabenbearbeitung zur spontanen inhaltlichen Abstimmung der Problemstellungen angeregt werden und die inhaltliche Synchronisation verbessert werden. Sinnvoll erscheint eine enge Kopplung von Kommunikationprozessen mit dem Informationsmanagement z.B. durch Bereitstellung synchroner Kommunikationsmechanismen unter Bezugnahme auf die

vorhandene Informationsbasis oder die Einbindung von ad hoc Workflow-Funktionalitäten mit Referenzierung auf die vorhandenen Informationsobjekte.

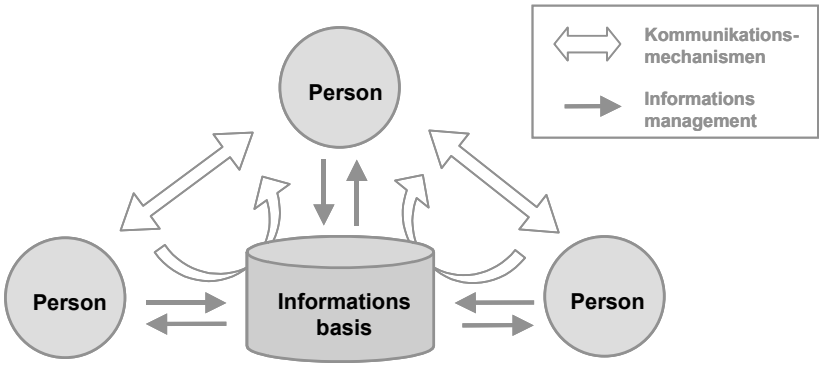


Abbildung 4.6-6: Mechanismen des Informationsmanagements

Dokumentbasierte Verwaltung von Planungsinformationen

Ansätze integrierter und datenbankgestützter Produktmodelle als alleinige Informationsbasis haben sich bisher im Baubereich nicht durchsetzen können und weisen auch bezüglich der Eignung für ganzheitliche Planungsstrategien noch einige Defizite auf (vgl. Abschnitt 2.3. Wie in Kapitel 4.3.3.4 dargelegt, erscheint hier unter anderem zur Unterstützung einer ganzheitlichen Projektdurchführung, die sowohl Aspekte der eigentlichen Produktplanung und auch des Managements einbindet, eine Reduzierung des projektrelevanten Sachsystems alleine auf das System des Planungsgegenstandes kritisch. Neben der Dokumentation der eigentlichen Planungslösungen sollen daher auch Informationen zum Projektmanagement sowie weitere Hilfsinformationen berücksichtigt werden.

Betrachtet man die aktuellen Entwicklungstendenzen im Baubereich, so wird man bei Planungsprojekten in naher Zukunft ungeachtet aktueller Standardisierungsbemühungen zum Management von Planungs- und Projektinformationen, wie z.B. die Industry Foundation Classes (IFC) [vgl. IAI00 sowie IFC2x] noch auf viele unterschiedliche Repräsentationen und Formate treffen. Da der überwiegende Teil der gesamten Information bei Bauprojekten dabei in Form verschiedener Dokumente repräsentiert wird [vgl. Müll99, Info99] soll als Grundlage des hier vorgestellten Konzeptes ein dokumentenbasierter Ansatz zur Verwaltung der Planungsinformationen gewählt.

4.6.3 Konzeption des Informationsflussmodells

Bei der Entwicklung des Informationsflussmodells wird auf folgende Punkte eingegangen:

1. Spezifikation der Informationsobjekte: Wie werden die projektrelevanten Informationen abgebildet und wie sind sie aufgebaut?
2. Vernetzung der Informationsobjekte durch Strukturbildung

3. Koordination der Informationsflüsse durch Bereitstellung von Zugriffs- und Verteilungsmechanismen

4.6.3.1 Spezifikation der Informationsobjekte

Unter Berücksichtigung der Anforderungen an ein flexibles Informationsmanagement und aufbauend auf den beschriebenen informationstechnischen Grundlagen werden Informationen im Informationsflussmodell als eigenständige Objekte verstanden, die eine spezifische Rolle im Informationsverarbeitungsprozess spielen. Die eigentlichen Informationsträger (Dateien beliebigen Formates) werden hierzu über sogenannte **Inhaltsobjekte** verwaltet, welche neben dem Informationsobjekt (sogenannte Nutzdaten) auch zusätzliche Klassifizierungs- und Verwaltungsinformationen enthalten. Die Nutzung solcher Inhaltsobjekte als eine Art Informationscontainer bietet eine hohe Flexibilität hinsichtlich der darin verwaltbaren Formen der Informationsrepräsentation.

Den Inhaltsobjekten werden Attribute als informationsbeschreibende Zusatzinformation zugewiesen. Ein Inhaltsobjekt enthält somit immer zwei Aspekte, die eigentliche Information und Zusatzinformationen über diese Information (Metainformation), wie z.B. das Erstellungsdatum oder beschreibenden Schlagworte. Eine Metainformation kann dabei explizit hinzugefügt werden oder sich im Verlaufe des Lebenszyklus des Inhaltsobjektes implizit aufbauen, wie z.B. die Informationshistorie. Über diese Metainformationen wird die eigentliche Information besser interpretierbar, da Hinweise über den Inhalt der Information und deren Entstehungs- und Nutzungskontext in leicht zugänglicher Form transparent gemacht werden können.

Unter Anwendung der in Kapitel 4.2.2.1 beschriebenen Prinzipien zur Klassifizierung projektrelevanter Informationen werden die Metainformationen zudem genutzt, um im Sinne einer postkoordinativen Vernetzung Sichten auf den gesamten Bestand der Inhaltsobjekten zu generieren und so einen effizienten Zugang zur gewünschten Information, z.B. zu einem bestimmten Bauteil oder Raum, zu bieten. Abbildung 4.6-7 verdeutlicht das Prinzip der Informationsverwaltung auf Basis eines Containermodells.

Im Projektverlauf werden je nach Projektphase und Art der jeweiligen Aufgabenstellung sehr unterschiedliche Hilfsmittel zur Bearbeitung (Methoden und Software) und Arten der Dokumentation von Ergebnissen eingesetzt. Entsprechend unterschiedlich können somit auch die im Projektverlauf erstellten Informationstypen und deren Dokumentationsart sein, welche diese unterschiedlichen Planungslösungen repräsentieren. Zur Abbildung dieser verschiedenen Informationstypen kann die Klasse der Inhaltsobjekte in unterschiedlich Instanzen ausgeprägt werden. Je nach Typ der hierunter zu verwaltenden Information können projektspezifisch unterschiedliche Instanzen der Klasse Inhaltsobjekt erzeugt werden, wie z.B. CAD-Plan, Berechnung oder Protokoll, die ergänzend zu den allgemeinen Metainformationen auch typspezifische Informationen, wie z.B. einen Plancode erhalten.

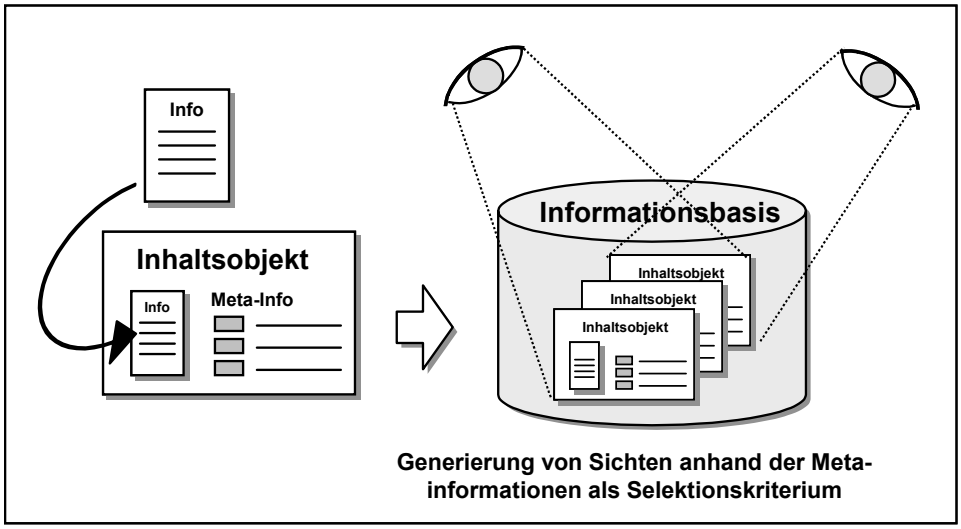


Abbildung 4.6-7: Prinzip der Informationsverwaltung auf Basis des Containermodells

Essentielle Voraussetzung für die Nutzbarkeit und Wiederverwertbarkeit von Informationen im Kooperationskontext ist zudem die Einhaltung von Qualitätsstandards. Mittels der Metainformationen werden daher auch Qualitätskriterien bezüglich der Dokumentation der Informationsinhalte festgeschrieben. Hierüber können die in den Projektanforderungen (Kapitel 4.3.3.3.2) spezifizierten Projektstandards, wie Datei- oder Austauschformate oder zu benutzende Werkzeuge zur Informationserstellung umgesetzt werden. Die für ein bestimmtes Projekt vereinbarten Qualitätsstandards werden in den Projektanforderungen entsprechend kommuniziert und in den Inhaltsobjekten festgeschrieben. Darauf aufbauend sind diese von allen Akteuren gleichermaßen einzuhalten. Zur Gewährleistung einer entsprechenden Qualitätssicherung werden im Rahmen der prototypischen Umsetzung entsprechende Mechanismen, wie z.B. eine automatisierte Überprüfung des abgelegten Dateiformats (vgl. Kapitel 5.4.6) realisiert.

4.6.3.1.1 Aufbau der Metainformationen

Eine wichtige Anforderung an ein System zum flexiblen Informationsmanagement ist es, ein Grundgerüst von universellen, also informationstypunabhängigen Metainformationen bereitzustellen, welche für alle Inhaltsobjekte gelten. Diese dienen zur Einbindung der Inhaltesobjekte in den prozessorientierten Kooperationskontext. Ergänzend hierzu sind für die verschiedenen Inhaltsobjekt-Instanzen typspezifische Metainformationen zu erarbeiten.

Zur Ermöglichung eines effizienten Umgangs mit Informationen kann es nicht Ziel sein, möglichst viele Aspekte von Metainformationen anzugeben. Es kommt vielmehr darauf an, die richtige Zusatzinformation für den beabsichtigten Einsatzzweck herauszufinden. Als eher nutzungsorientiertes Kriterium nennen Königer und Reithmeyer [KöRe98]: „Die richtige Metainformation ist dann erreicht, wenn eine Information unabhängig von ihrem Trägermedium soweit beschrieben ist, dass der (potentielle) Nutzer ein für seine Zwecke ausreichendes Bild von ihr machen kann“. Die Information sollte daher festgelegten Qualitätskriterien genügen und wie

oben bereits erwähnt eine Einordnung der Information in den jeweiligen Planungskontext ermöglichen. Im Rahmen dieser Arbeite werden folgende Klassen von Metainformationen vorgesehen:

Identifizierende Kernangaben zur Beschreibung der Informationsinhalte

- Titel bzw. symbolische Repräsentation der Information
- Kurzbeschreibung der Informationsinhalte
- Informationstyp (Typ des Inhaltsobjektes, wie z.B. Protokoll oder Berechnung)
- Form der Informationsrepräsentation des eigentlichen Informationsobjektes (z.B. Dateiformat)

Hierbei sollten die Begriffselemente, welche - gerade beim Titel - als Stellvertreter dienen, allgemeingültig definiert werden. Sinnvoll erscheint hier die Bezugnahme auf branchen- oder projektspezifischen Begriffskonventionen.

Einordnung in den thematischen Kontext des Projektes

Die Einordnung in den inhaltlichen Kontext erfolgt zum einen durch eine Klassifizierung nach thematischen Aspekten. Unter anderem werden dabei bezugnehmend auf Kapitel 4.2 folgende Klassifizierungskriterien verwaltet:

- zugehörige Lebenszyklusphase des Planungsgegenstandes
- zugehöriger funktionaler Aspekt bzw. Objektfunktion
- zugehöriges Bezugsobjekt bzw. Objektkomponente

Zudem erfolgt die Beschreibung inhaltlicher Wechselwirkungen zwischen den Informationen über eine Zuordnung inhaltlich verknüpfter Innhaltsobjekten. Eine weiterführende Erläuterung der Prinzipien zur Klassifizierung und Informationsvernetzung erfolgt in Abschnitt 4.6.3.2.

Angaben zum Entstehungs- und Nutzungskontext

Über diese Metainformationen können Aussagen zum jeweiligen Kontext der Informationserstellung getroffen werden, sowie Angaben über die Art und Weise der weiteren Informationsnutzung gemacht werden. Hierüber kann der Zweck der Information transparent gemacht werden.

- **Informationen über die Informationserstellung**
  - Autor bzw. Ersteller der Information
  - Zeitpunkt der Erstellung
  - ergänzende Hinweise zur Informationserstellung
  - Arbeitspaket bzw. Prozess, bei dessen Bearbeitung die Information entstand
  - Zweck der Erstellung: Der Informationszweck gibt an, ob die Information zur Dokumentation von Planungsergebnissen dient, eine zur Bearbeitung der Aufgabe erstellte Hilfs-

information darstellt oder ob sie lediglich als Informationsgrundlage dient, wie z.B. eine externe Produktinformationen, die als solche im Projekt nicht weiter editiert wird.

- **Angaben zum Nutzungskontext**
  - Bearbeitungshinweis: Hinweise zum weiteren Umgang mit der Information (Wann, von wem und wozu soll Information genutzt werden?). Hier kann z.B. vermerkt werden, ob die Information „zur weiteren Bearbeitung“ in einem ablauflogisch verknüpften Planungsprozess dienen soll.
  - Relevanz für die Entscheidungsfindung: Hier kann vermerkt werden, ob die Information für den Prozess der Beurteilung der Zielerfüllung eine relevante Informationsgrundlage darstellt.
  - Relevanz für andere Lebenszyklusphasen, wie z.B. Erstellung oder Betrieb: Dies ermöglicht eine relativ einfache Überführung relevanter Informationen in ein für die jeweilige Lebenszyklusphase initiiertes Projekt.

Qualitätskriterien

- Festschreibung der zulässigen Dateiformate entsprechend den in den Projektanforderungen festgelegten Projektstandards
- Konventionen bezüglich der zur Bearbeitung zu benutzenden Software
- Konventionen bezüglich des Aufbaus der Information bzw. der inneren Informationsstruktur (z.B. Layerstruktur im CAD-Plan oder Formatvorlage eines Textdokumentes)

Verwaltungsinformationen

- Regelung von Schreib- bzw. Bearbeitungsrechten:
  Die Regelung von Schreib- bzw. Bearbeitungsrechten erfolgt zum einen anhand der in Kapitel 4.4.3.3 beschriebenen organisatorischen Rollen, zum anderen bezugnehmend auf [Müll99] über das Prinzip der “informationellen Selbstbestimmung”. Dies bedeutet, dass ein Akteur für ein von ihm erzeugtes Inhaltsobjekt entsprechende Schreibrechte an andere Projektbeteiligten vergeben kann. Der Erzeuger des Inhaltsobjektes behält dabei weiterhin seine Schreibrechte und kann diese den von ihm berechtigten Personen auch jederzeit wieder entziehen.
- Priorität der Information
- Anzahl, Größe und Format der vorhandenen Dateianhänge

Lebenszyklusbezogene Metainformationen (Prozessinformationen)

Das Informationsflussmodell beschreibt die Erstellung und Nutzung der Informationsobjekte und macht so Aussagen bezüglich deren Lebenszyklus. Die Metainformationen werden daher durch Angaben der prozessbezogenen Historie der Information ergänzt, die unter Umständen als Ergänzung zur Erläuterung des Entstehungs- und Nutzungskontextes von großer Bedeutung sein

kann. Diese eher implizierten Metainformationen werden zum teil automatisiert während des Lebenszyklus generiert.

- Status des Informationsobjektes:
  Der Status der Information gibt Auskunft darüber, ob es sich um eine Arbeitsversion handelt, um ein für andere bereits verwertbares Zwischenergebnis oder ob die Information verbindlich freigegeben wurde. Hiermit kann der Informationsaustausch während der Laufzeit des Prozesses entsprechend koordiniert werden. Diese Statuswechsel werden im Rahmen der Prozessmodellierung als Startereignis zur Initiierung von entsprechend zugeordneten Prozessen genutzt: Sobald eine Information, welche über den Nutzungskontext als „zur weiteren Bearbeitung“ in einem bestimmten Prozess gekennzeichnet ist, den Bearbeitungsstaus „verwertbares Zwischenergebnis“ erlangt, wird dies als Prozessevent genutzt, um die Parallelisierung zu initiieren.
- Das Logbuch protokolliert alle Editieraktionen mit Datum und Bearbeiter sowie Hinweise zur Editierung. So kann der Zeitpunkt der letzten Bearbeitung und der letzter Bearbeiter kenntlich gemacht werden.
- Versionierung mit Referenz auf vorhandene Versionen der Information
- Archivierung
- Status bezüglich aktiver Verteilungsmechanismen (z.B. ad hoc Workflows)

Eine weiterführende Erläuterung zu möglichen Editierfunktionen, wie Archivieren oder das Erstellen neuer Versionen erfolgt in Abschnitt 4.6.4.

4.6.3.1.2 Typabhängige Metainformationen

Ergänzend zu den universellen Kerninformationen sind abhängig vom Typ des Inhaltsobjektes noch weitere Zusatzinformationen abbildbar. Sie sollten allerdings projektspezifisch erarbeitet werden. Beispiele hierzu sind:

Containerelementyp	Metainformationen
CAD-Pläne	Plancode
Protokolle	Ort und Zeit des Treffens, Teilnehmer

Abbildung 4.6-8: Beispiele für Containerelementtypen

Um den Aufwand zur Informationsverwaltung zu erleichtern werden die genannten Metainformationen, wie in Kapitel 5.4.6 (rechnertechnische Umsetzung des Moduls zum Informationsmanagement) näher beschrieben, soweit wie möglich vom System selber generiert bzw. errechnet, zum Teil auch explizit vom Nutzer unter Assistenz durch das System hinzugefügt, wobei einige Kriterien fakultativ sind.

4.6.3.2 Vernetzung der Informationsobjekte

Ziel der hier vorgestellten Vernetzungsprinzipien ist es, den Strukturierungsgrad der zum Teil unscharfen Informationen und damit die Transparenz bezüglich der inhaltlichen Zusammenhänge des Projektes zu erhöhen. So vielversprechend die Idee einer klaren Strukturierung und Klassifizierung auch erscheinen mag, wichtig ist eine Vermeidung starrer Ordnungsprinzipien, welche eine flexible Handhabung und Anpassung auf den jeweiligen Nutzungskontextes und die aktuelle Planungssituation erschweren. Es soll daher aufbauend auf den in Kapitel 4.2 erläuterten Grundprinzipien der Strukturierung und Klassifizierung von Informationen ein Konzept erarbeitet werden, welches durch die Abbildung semistrukturierter Informationsnetze die Erfassung vorhandener Unschärfe ermöglicht. Dabei werden die in Kapitel 4.2.2.1 erläuterten Vernetzungsmechanismen der Prä- und Postkoordination miteinander gekoppelt.

Postkoordinative Vernetzung

Durch die Zuordnung von Metainformationen, welche den thematischen Kontext einer Information erläutern, kann eine Integration der Information in das semantische Gefüge der Planung ermöglicht werden. Entsprechend dem inhaltlichen Zusammenhang der Informationen wird so die Bildung entsprechender Informationsklassen ermöglicht. Aufbauend auf dieser thematischen Einordnung kann dabei über postkoordinative Vernetzungsprinzipien eine Klassifizierung und somit die Generierung kontextspezifischer thematischer Sichten aus der aktuellen Planungssituation heraus ermöglicht werden. Diese erst beim Zugriff stattfindende Klassifizierung entspricht der Ausbildung einer postkoordinativen Äquivalenzrelation.

Auch bei der Zuordnung der Information zum thematischen Kontext ist eine gewisse Standardisierung der Begrifflichkeiten durch die Bildung einer projektspezifischen Ontologie notwendig. Zur Gewährleistung einer an den Projektkontext angepassten Informationsverwaltung bzw. zur Integration des Informationsflussmodells in den Gesamtkontext des Projektes sollen hier die in Kapitel 4.2 erläuterten Klassifizierungsansätze angewandt werden. Dabei dient die Zuordnung der Inhaltsobjekte zu sogenannten Strukturobjekten, wie z.B. konkreten Objektkomponenten oder Objektfunktion, als Basis der Bereitstellung problemspezifischer Zugriffsmechanismen.

Präkoordinative Vernetzung

Eine präkoordinative Strukturierung bedeutet eine vor bzw. unabhängig vom Zugriff erstellte Verknüpfung von Informationsobjekten. Zumeist erfolgt diese Vernetzung direkt beim Anlegen des Inhaltsobjektes. Hierbei werden die Informationen zueinander und zu den sonstigen Elementen des Projektmodells durch Ausbildung von Relationen direkt in Beziehung gesetzt. Im hier beschriebenen Informationsflussmodell wird dieses Prinzip in folgenden Bereichen genutzt:

- Zur Einbindung des Informationsmanagements in den Kontext der Projektdurchführung erfolgt eine Verknüpfung (Assoziationsrelation) des Inhaltsobjektes mit dem Arbeitspaket (vgl. Kapitel 4.3.3.4), bei dessen Bearbeitung die Information erzeugt wurde.

- Ein Inhaltsobjekt kann durch Erstellung einer Assoziationsrelation mit einem anderen, schon vorhandenen Inhaltsobjekt verknüpft werden, um explizit auf Wechselwirkungen zwischen den Inhalten der Informationen hinzuweisen.
- Zur Abbildung von Versionierungsmechanismen werden entsprechende Äquivalenzrelationen erstellt.
- Anhand einer Verknüpfung des Inhaltsobjektes mit einer Person als Erzeuger oder Bearbeiter einer Information wird die Zuordnung zur Organisationsstruktur ermöglicht.

4.6.3.3 Koordination der Informationsflüsse

Im Weiteren folgt die Beschreibung des Informationsflussmodells und eine Erläuterung von Zugriffs- und Verteilungsmechanismen, welche auf der erläuterten Spezifikation und Strukturierung der Informationsobjekte aufbauen.

Das Informationsflussmodell

Informationsflüsse beschreiben die Übertragung von Informationen von einer Quelle bzw. einem Informationsproduzenten über einen Informationskanal an einen Empfänger bzw. Informationsnutzer. Das in Abbildung 4.6-9 dargestellte Informationsflussmodell zeigt in vereinfachter Form die hierbei vorhandenen Zusammenhänge auf. Es zeigt die Rollen der Beteiligten sowie die Wege und Stationen der Informationsobjekte auf. In Anlehnung an Gronski [Gron97] erstellt der Informationsproduzent Informationen neu oder bearbeitet sie auf der Basis einer Wiederverwendung. Diese erzeugten bzw. überarbeiteten Informationen werden von ihm sodann in den Projektkontext einordnet und verteilt.

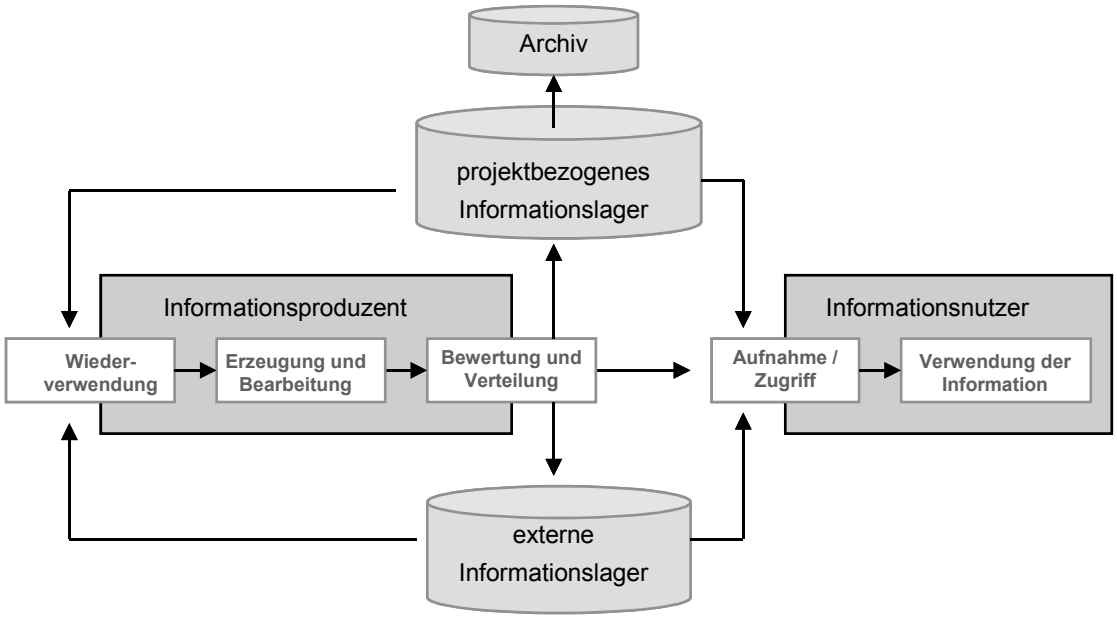


Abbildung 4.6-9: Informationsflussmodell in Anlehnung an Gronski [Gron97]

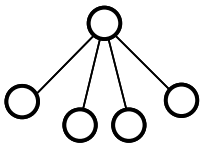
Diese Informationsverteilung kann zum einen durch eine direkte Versendung der Information unmittelbar an konkrete Nutzer geschehen. Zum anderen kann die Information im Sinne einer Einordnung durch den Produzenten bewertet und in einem (entsprechend strukturierten) Informationslager abgelegt werden. Als projektbezogenes Informationslager fungiert in diesem Konzept ein zentraler Informationspool, welcher unter Anwendung der erläuterten Strukturierungsprinzipen einen effizienten Zugriff auf die benötigten Informationen unterstützt. Ein projektbezogenes Archiv ermöglicht die Festschreibung bzw. die schreibgeschützte Aufbewahrung rechtlich verbindlicher Informationen. Die Informationsnutzer können die benötigten Informationen entweder unterstützt durch die Bereitstellung entsprechender Zugriffsmechanismen abrufen oder erhalten Informationen über spezielle (teil-)automatisierte Verteilungsmechanismen.

Ergänzend zum projektbezogenen Informationsmanagement können beliebige externe Informationslager, wie z.B. aus dem Internet, hinzugeschaltet werden. Der Zugriff auf solche externen Informationen bedarf allerdings spezieller Integrationskonzepte [vgl. Info02 sowie GrKl03]:

Obwohl derzeit in der Baupraxis von keiner großen Bedeutung, ist hier bezugnehmend auf Forschungstendenzen [KaSD00, LeSc00] längerfristig auch zu erwarten, dass Standardisierungsbemühungen bezüglich Meta- und Formatierungssprachen wie XML (eXtensible Markup Language) auch im Baubereich Bedeutung erlangen werden. Zur Einbindung externer projektrelevanter Informationen wurde daher im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Informationslogistik der Universität Karlsruhe unter Mitarbeit der Autorin eine XML-Schnittstelle konzipiert, welche unter anderem zur Integration solcher projektextern akquirierter Informationsobjekte in den aktuellen Planungskontext dient (vgl. auch Abschnitt 4.5.4.1). Bezüglich der technischen Umsetzung sei auf Kapitel 5.4.10.1 verwiesen.

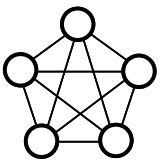
Informationsfluss-Strukturen

Die Kommunikationsstruktur der Teams und des gesamten Projektes wird sehr stark von der gewählten Organisationsstruktur beeinflusst. Mit der Festlegung von organisatorischen Vernetzungen werden auch die Weichen für die Kommunikationsflüsse gelegt.



Sternstruktur:

- **organisatorisch leicht handhabbar**
- **gut für Routineprozesse**
- **inflexibel**
- **Kreativität wird gehemmt**



Netzstruktur:

- **hohe Selbstverwaltung**
- **gut bei Lösung sozialer Konflikte**
- **gut bei Konsenzfindung**
- **für stark vernetzten Problemstellungen geeignet**

Abbildung 4.6-10: Organisationsstrukturen als Grundlage des Informationsflusses

Eine alleine auf hierarchischen Strukturen basierende Kommunikationsstruktur (Sternstruktur) erweist sich hierbei als sehr inflexibel. Kommunikationsflüsse zwischen den Mitarbeitern der unteren Hierarchieebene werden, wie Abbildung 4.6-10 zeigt, nicht explizit unterstützt. Die Kommunikationswege laufen so in den meisten Fällen über die in der Hierarchie übergeordnete Stelle.

Mit der in diesem Konzept gewählten netzförmige Organisationsstruktur (vgl. Kapitel 4.4.3) kann die Kommunikation und Koordination in Gruppenstrukturen vereinfacht und eine verbesserte Koordination von Änderungen und Anpassungen erreicht werden. Diese vernetzte Kommunikationsstruktur ermöglicht eine explizite Unterstützung der Kommunikationsflüsse zwischen allen Beteiligten und bewirkt somit eine Verkürzung der Kommunikationsweg. Sie ist daher sehr gut zur Bearbeitung komplexer Problemstellungen mit hohem Vernetzungsgrad geeignet.

Wie Abbildung 4.6-11 verdeutlicht, nehmen auch die Verteilungs- und Zugriffsmechanismen bis zu einem gewissen Grad auf diese Organisationsstrukturen Bezug. Hierbei sind verschiedene Zugriffs- und Verteilungsmechanismen denkbar, welche je nach Kontext der Informationsnutzung angewandt werden können. Ein an einer Netzstruktur orientierter Informationsfluss ermöglicht die Anwendung sowohl von Gruppenverteilern, umlaufenden Informationsflüssen sowie die direkte Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten. Eine parallel hierzu stattfindende Ausrichtung des Informationsflusses an die eher hierarchische Aufgabenstruktur ermöglich zudem die Initiierung baumartiger Verteiler, eine Verknüpfung des Informationsflusses mit den ablauflogisch verknüpften Prozessen eine prozessorientierte Verteilung.

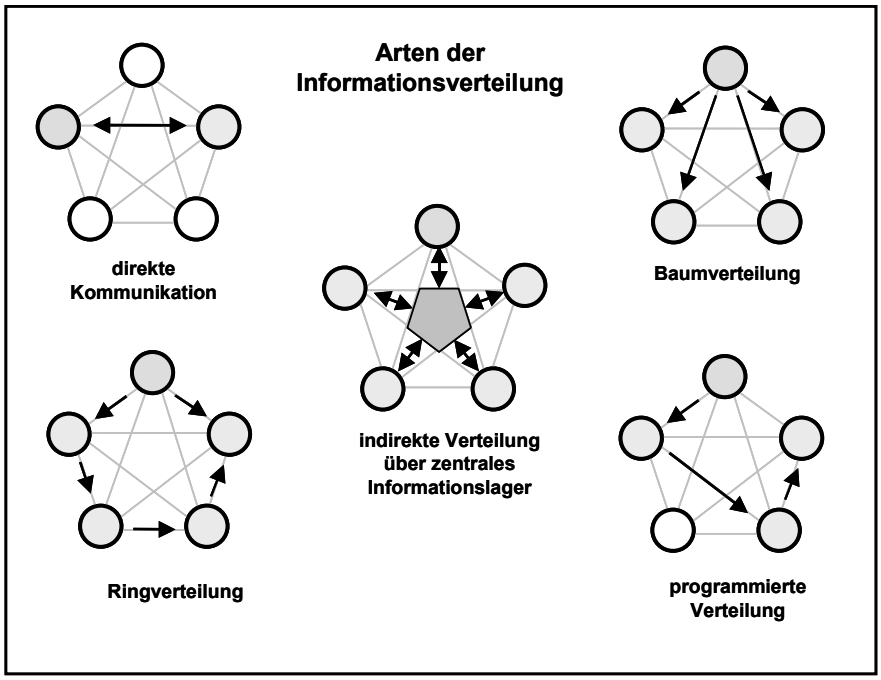


Abbildung 4.6-11: Arten der Informationsverteilung in Anlehnung an [Müll99]

Hierbei sind, wie im folgenden Abschnitt beschrieben, verschiedene Verteilungs-mechanismen möglich, welche je nach Kontext der Informationsnutzung angewandt werden. Dabei greift der

Informationsnutzer entweder selber aktiv auf Informationen zu oder die Daten werden (teil-) automatisiert an die entsprechenden Personen verteilt.

Zugriffs- und Verteilungsmechanismen

Je größer der Aufwand zur Beschaffung der notwendigen aktuellen Informationen für die Planer wird, desto mehr läuft man Gefahr, dass die Planer in eine isolierte Sicht- und Arbeitsweise verfallen und sich nicht mehr, wie es zu einer ganzheitlichen integralen Projektbearbeitung notwendig ist, über die Arbeiten der anderen Planungsbeteiligten informieren. Die angestrebte Nutzung von Synergieeffekten durch Prozessparallelisierung setzt daher entsprechende informationslogistische Mechanismen voraus, welche unter Bezug auf die inhaltlichen Wechselwirkungen der zu bearbeitenden Problemstellungen des aktuellen Planungskontextes sowie unter Bezugnahme auf die oben erläuterten Organisationsstrukturen einen effizienten Zugriff auf die benötigten Informationen ermöglichen. Gronski [Gron97] erarbeitete eine Modellvorstellung als Grundlage für ein Instrumentarium zur Behandlung unstrukturierter Informationsflüsse. Das Informationsflussmodell unterscheidet – wie beschrieben – die beiden Rollen der Informationsnutzer und Informationsproduzenten. Informationsproduzenten erstellen Information entweder neu oder auf der Basis von Wiederverwendung. Danach werden sie direkt an die Nutzer verteilt oder im internen oder externen Informationslager abgelegt.

Der Verteilungsmechanismus direkt an den Nutzer wird allgemein als **Push-Mechanismus** bezeichnet [vgl. Info00]. Bei der Anwendung des Push-Prinzips wird jede neu eingehende Information automatisch allen Projektbeteiligten zugesandt. Aufgrund der Informationsüberflutung der einzelnen Projektbeteiligten ist dieses Prinzip allerdings eher problematisch, da der einzelnen Person so die Selektion der für sie wichtigen Dokumente erschwert wird. Als weiterer negativer Aspekt ist die hohe Redundanz in der Datenhaltung zu nennen. Aus den genannten Gründen scheidet die alleinige Anwendung diese Prinzips für die hier beschriebene Anwendung aus.

Informationsnutzer können aber auch direkt Information aus den Informationslagern abrufen. Bei diesem **Pull-Prinzip** werden also die Informationen bei Bedarf von den einzelnen Mitarbeitern aus einem für alle Projektbeteiligten zugänglichen Informationspool abgerufen. Durch die Anwendung dieses Pull-Mechanismus wird eine Informationsüberflutung der einzelnen Mitarbeiter verhindert, allerdings besteht hier bei alleiniger Anwendung zum einen die Gefahr, dass wichtige Informationen schlichtweg übersehen werden. Zum anderen ist dieses Prinzip, wenn die Informationsobjekte nicht entsprechend klassifiziert sind, mit einem oft nicht zu unterschätzenden Such-Aufwand verbunden, da die einzelnen Mitarbeiter selber aktiv die für sie wichtigen Informationen heraussuchen müssen. Von grundlegender Wichtigkeit ist daher die Bereitstellung entsprechender problemspezifischer Sichten zur Minimierung dieses Suchaufwandes.

In dem im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Konzept werden die beiden genannten Prinzipien zu einem „**kombinierten Pull-Push-Prinzip**“ verknüpf. Dazu wird die Bereitstellung einer zentralen Datenbasis und der sichtenbezogene Zugriff auf die Informationen durch „aktive“ Verteilungsmechanismen ergänzt. Hierzu zählen, wie im weiteren beschrieben, ad hoc initiierbare Workflow-Mechanismen sowie die Bereitstellung eines dynamischen Informationsprofils für ein nutzerspezifisches, flexibel anpassbares Abonnement von Informationen. Hierbei werden aller-

dings nur Referenzen auf die entsprechenden Informationen versandt werden, um eine redundante Datenhaltung zu vermeiden. Die genannten Prinzipien werden im weiteren kurz dargestellt.

Sichten auf den Informationsbestand

In Anlehnung an die in Kapitel 4.2.2 beschriebenen Prinzipien der Informationsverwaltung (Prä- und Postkoordination) und bezugnehmend zum beschriebenen Pull-Mechanismus sollen zur Unterstützung des Zugriffs auf die zentrale Informationsbasis statt einer alleinigen Bereitstellung inflexibler Ordnerstrukturen das Prinzip mehrschichtiger Sichten angewandt werden. Aufbauend auf der Klassifizierung der Informationsobjekte mit den erläuterten Metainformationen können verschiedene personen- und problemspezifische Sichten auf den Informationsbestand generiert werden, um einen schnellen Zugang zu den gesuchten Informationen zu ermöglichen. Hierbei dienen die verschiedenen Metainformationen als Auswahlkriterien, wobei sich je nach gewählter Sicht eine automatische Strukturierung der Containerelemente ergibt. Die Selektion der Informationen zur Generierung der Sichten ergibt sich dabei auf zwei Wegen:

- **Strukturbasierte Selektion**: Der Zugriff auf die Informationen erfolgt anhand bereits vorhandener präkoordinativer Objektrelationen, welche sich aus der Schemainstanziierung des Projektmodells (vgl. Kapitel 4.1.3.2) heraus ergeben. Hierüber können Wechselwirkungen abgebildet werden, welche sich aus dem Kontext der Projektdurchführung ergeben, wie z.B. eine teamorientierte Informationsverwaltung, welche sich aus der Zuordnung der informationserzeugenden Personen zu den jeweiligen Teams ergeben oder die prozessbezogene Übergabe von Informationen entsprechend den ablauflogischen Verknüpfungen der Prozesse.
- **Klassifikationsbasierte Selektion**: Hier erfolgt der Zugriff anhand der Spezifikation der Inhaltsobjekte mit entsprechenden Metainformationen. Durch Selektion aller Inhaltsobjekte, welche die gleiche Merkmalsausprägung bezüglich einer als Selektionsskriterium gewählten Metainformation besitzen, werden beim Zugriff Informationsklassen gebildet. Die Nutzung der in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekte als Klassifikationskriterien ermöglicht eine Bündelung inhaltlich zusammenhängender Informationen. Durch diesen auf Postkoordination basierenden Zugriff können z.B. Informationen selektiert werden, welche zur Beschreibung derselben Objektkomponente dienen oder eine raumbezogene Informationsselektion im Sinne eines Raumbuches. Eine Anlehnung der Klassifikationskriterien an das System der Strukturobjekte erlaubt hier eine bessere Einordnung der Information in den Projektkontext.

Im Rahmen der prototypischen Unsetzung (vgl. Kapitel 5.4.6) werden diesbezüglich folgende Sichten angeboten angeboten:

- **Personenbezogene Sichten:**
  - Bereitstellung von Informationen, die von bestimmten Person erzeugt oder bearbeitet wurden
- **Zeitbezogene Sichten:**

  - Bereitstellung der aktuell erzeugten bzw. editierten Informationen der letzten Woche
  - Phasenorientierte Verwaltung von Planungsinformationen
- **Aufgabenbezogene Sicht**
  - Informationen, welche bei der Bearbeitung einer bestimmten Aufgabe erzeugt wurden
- **Objektbezogene Informationen:**
  - Informationen, die zur Beschreibung einer spezifischen Objektkomponente bzw. eines Bauteils oder Raumes dienen
  - Informationen, welche sich auf eine bestimmte Objektfunktion, wie z.B. Gestaltung, Akustik, Energietransmission, beziehen

In einer solchen Ansicht wird die erfasste Information bzw. das Inhaltsobjekt über einen oder mehrere symbolische Stellvertreter in meist tabellarischen Form angezeigt. Diese Stellvertreter sind entweder die direkten Metainformationen dieses Containerelements oder werden aus diesen errechnet bzw. abgeleitet. Je nach Sicht werden die selektierten Inhaltsobjekte zudem unterschiedlich sortiert angezeigt, wobei wiederum die genannten Metainformationen als Sortierungskriterium dienen. Die genannten Ansichten werden bei der prototypischen Umsetzung (vgl. Kapitel 4.2.3) in einen Modul zum Informationsmanagement realisiert.

Neben den genannten Ansichten bieten zudem personen- und themenorientierte Filter eine dynamische problembezogene Auswahl relevanter Informationsobjekten und ermöglichen so z.B. eine reduzierte Sicht auf alle von einer speziellen Person erzeugten Informationen als eine Art „persönliches Informationsmanagement“. Bei der aufgabenbezogenen Informationsverwaltung wird direkt aus dem Kontext einer konkreten Aufgabe heraus eine Ansicht auf alle im Rahmen der Aufgabenbearbeitung erzeugten und bearbeiteten Inhaltsobjekte generiert. Durch eine direkte Zuordnung von Aufgabe und Prozess kann zudem aus dem aktuellen Prozess auf die benötigten Informationen zugegriffen werden.

Einbindung aktiver Verteilungsmechanismen

Wie in der folgenden Abbildung dargestellt, stellen Informationsprozesse die Grundlage jeglicher Kooperationsprozessen dar. Je nach Strukturierungsgrad der Informationen und Prozesse kommen hier unterschiedliche Ansätze zur (teil-) automatisierter Verteilung (vgl. Push-Mechanismus) der Informationsflüsse zum Einsatz. Die Workflow-Unterstützung ist durch den Grad an organisatorischer Festlegbarkeit bzw. Standardisierbarkeit der informationsverarbeitenden Arbeitsschritte charakterisiert. Klassische Workflow-Ansätze im Sinne einer informationsgestützten Geschäftsprozessmodellierung erscheinen aufgrund der mangelnden Formalisierbarkeit und Standardisierbarkeit kreativer Planungs- und kooperativer Managementprozesse auf sehr detailliertem Niveau in diesem Anwendungsbereich nicht sinnvoll einsetzbar.

Für die weniger standardisierbare Kommunikationsflüsse der kooperativen Produktentwicklung (vgl. Abbildung 4.6-12) können sogenannte **Ad hoc Workflow**-Funktionalitäten genutzt werden.

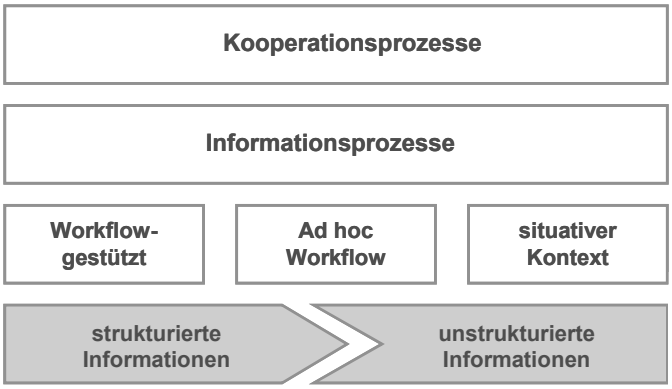


Abbildung 4.6-12: Verteilungsmechanismen nach [Prin01]

Diesbezüglich wird bei der Konzeption aktiver Verteilungsmechanismen auf bereits bestehende Ansätze aufgebaut, die im Rahmen des Verbundprojektes INTESOL [INTE00] in der Forschungsgruppe „Integrale Planungssysteme“ entwickelt wurden und in Grundzügen auf das hier beschriebene Modell übertragbar sind: Zur Unterstützung eher situativer Kommunikation werden so zwei Ad hoc-Workflow-Typen bereitgestellt, die alle auf einem einstufigen und vom System gesteuerten Informationsflussschema (Initiator - n-Empfänger - Initiator) aufbauen:

- Workflow zur Kenntnisnahme
- Workflow zur Bearbeitung

Beide Workflow-Typen verlangen innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls, welches der Initiator frei spezifizieren kann, vom Empfänger eine aktive Rückmeldung. Diese stellt im Falle **„zur Kenntnissnahme“** eine einfache Bestätigung durch den Empfänger dar. Dem Workflowtyp **„zur Bearbeitung“** kommt im Rahmen der kooperativen Bearbeitung von Informationsobjekten eine besondere Bedeutung zu. Der Erzeuger eines Inhaltsobjektes hat, wie erläutert, zunächst die alleinigen Schreib- bzw. Editierrechte auf dieses Objekt. Im Rahmen eines Workflows „zur Bearbeitung“ kann der Informationserzeuger nun entsprechend den vorgegebenen informationslogistischen Strukturen andere Personen zur Bearbeitung eines konkreten referenzierten Dokumentes auffordern. Hierbei werden dieser Person für einen zeitliche befristete Dauer Editierrechte an diesem Inhaltsobjekt vergeben, die ihnen jedoch nach erfolgter Bearbeitungsrückmeldung oder Abbruch des Workflows seitens des Initiators wieder entzogen werden können. Die genannten Workflow-Typen können von den Benutzern kompatibel zu den organisatorischen und prozessorientierten Strukturen konfiguriert werden. Bezüglich einer detaillierten Erläuterung dieser Mechanismen sei auf [Müll99] verwiesen.

4.6.3.3.1 Kontextorientierter Informationsfluss

Mit Hilfe eines „**dynamischen Informationsprofils**“ kann den Projektbeteiligten ermöglicht werden, ihr Bezugsprofil für Informationen flexibel ihrer momentanen Arbeitssituation und entsprechend den zu bearbeitenden Aufgaben anzupassen. So können sie selbst flexibel konfigurieren, bei Erzeugung oder Änderung von Informationen welcher thematischen Ausrichtung sie

als eine Art „koordinierter Push-Mechanismus“ automatisiert benachrichtigt werden wollen. Die Selektion der Informationen erfolgt dabei klassifikationsbezogen bei Vorhandensein der gewünschten Ausprägung des Selektionsmerkmals bzw. Kriteriums. So können beispielsweise Referenzen auf alle neu hinzukommenden Informationen zugesandt werden, die zur Beschreibung einer bestimmten Objektkomponente, wie z.B. dem Dach eines Gebäudes, dienen.

Für jede Informationsauswahl kann ein **Bezugsrhythmus** gewählt werden. Damit kann die jeweilige Person selbst steuern, wann sie welche Benachrichtigungen erhalten möchte. Bei für sie wichtigen Informationen kann sie z.B. sofort nach der Erzeugung dieser Informationen benachrichtigt werden; bei für sie weniger wichtigen Dokumenten kann eine Sammel-Benachrichtigung in bestimmten Zeitabständen festgelegt werden. Auf diese Weise soll eine Informationsüberflutung verhindert und eine persönliche und bewertete Steuerung des Infobezugs ermöglicht werden. Zudem kann durch den **Ereignistyp** angegeben werden, bei welcher Informations-Operation das Versenden eines entsprechenden Informations-Hinweises erfolgen soll. Diese sind:

- Erzeugen eines Inhaltsobjektes
- Bearbeiten, Verändern eines Inhaltsobjektes bzw. einer angehängten Information

Änderungsdienst

Während des Projektes sind Informationen nicht nur allgemein über die Klassifikationskriterien des Informationsprofils auszuwählen, sondern es können auch einzelne konkrete Dokumente aus der Datenbank für das Abonnement ausgewählt werden. Dieser Änderungsdienst erlaubt es, konkrete Inhaltsobjekte aus dem Informationspool zu abonnieren, bei deren Änderung man benachrichtigt werden möchte und automatisiert so den Such- bzw. Kontrollvorgang. Nehmen andere Planungsbeteiligte Änderungen an diesem abonnierten Dokument vor, so erhält der Änderungsdienst-Abonnent eine Hinweisnachricht mit einer Referenz auf diese geänderte Information. So wird die Voraussetzung dafür geschaffen, dass die Projektbeteiligten stets auf Grundlage der aktuellen Versionen von Informationen kooperieren können.

Weiterführende Konzepte einer kontext- und teamorientiertenorientierten Informationsverteilung wurden von der Autorin im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Informationslogistik erarbeitet und können in detaillierter Form [Info00] entnommen werden.

4.6.3.3.2 Kommunikationsmechanismen

Im Kooperationskontext existieren auch Informations- und Kommunikationsflüsse, die keinen mehr oder weniger festgelegten Regeln unterliegen und zudem kaum strukturiert sind. Königer und Reithmeyer [KöRe98] bezeichnen diese als „Informationen im situativen Kontext“. Hier können, wie in Abschnitt 2.5.2 detailliert erläutert, aufbauend auf der Nutzung von **Groupware-Funktionalitäten** entsprechende Mechanismen zur synchronen und asynchronen Kommunikation, wie Email, Diskussionsforen, Chat etc. angewandt werden. Dabei finden je nach Rahmenbedingungen der Kommunikation verschiedene Unterstützungsgruppen ihre Anwendung.

Eine Beschreibung der im Rahmen der prototypischen Umsetzung entwickelten Groupware-Funktionalitäten erfolgt in Kapitel 5.4.9. Die Erläuterung konkreter Kommunikationsmechanismen zur Koordination von Managementaufgaben in den verschiedenen Teilmodellen sind den Kapiteln der entsprechenden Teilmodelle (vgl. z.B. Kapitel 4.5.3.2.2) zu entnehmen.

4.6.3.4 Datenschema des Teilmodells

Im folgenden Abschnitt wird das Datenschema des Teilmodells anhand eines vereinfachten Entity Relationship Models (ERM) dargestellt. Abbildung 4.5-10 zeigt die Struktur des Teilmodells mit seinen Elementen, ihre interne Vernetzung sowie die Einbindung in das gesamte Projektmodell über die Kopplung mit den übrigen Teilmodellen. Die Spezifikation der einzelnen Elementklassen mit der Erläuterung der elementbeschreibenden Attribute erfolgt aus Übersichtlichkeitsgründen im Anhang.

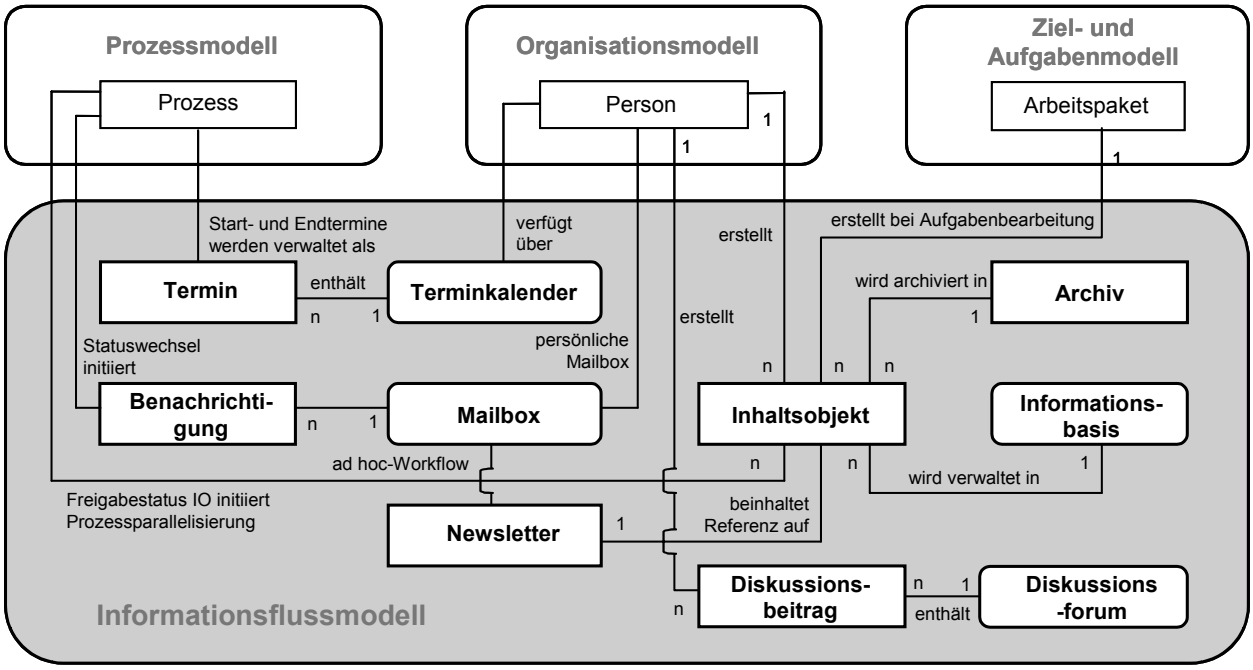


Abbildung 4.6-13: vereinfachtes ERM des Teilmodells

Das obige ERM zeigt die Bereitstellung von personenbezogenen Funktionalitäten zum Informations- und Terminmanagement. Es zeigt das **Inhaltsobjekt** als „Informationsträger“, dessen Verwaltung innerhalb der projektbezogenen **Informationsbasis** und Moglichkeiten zur **Archivierung**. Durch die Bereitstellung von ad-hoc-Workflow-Funktionalitäten als aktive Verteilungsmechanismen können Rererenzen auf entsprechende Inhaltsobjekte über sogenannte **Newsletter** versandt werden. Über die **Mailbox** können zudem **Benachrichtigungen** bei Prozessereignissen versandt werden. Bei der Kopplung mit dem Prozessmodell dient die Verwaltung von Freigabestati der Inhaltsobjekte zudem zur Koordination der Prozessparallelisierung (vgl. Abschnitt 4.5.3.2.2). Ein persönlicher Terminkalender ermöglicht ein personenbezogenes

Terminmanagements, welches zudem zur Verwaltung von Start- und Endterminen der für diese Person relevanten Prozesse dient.

***Anmerkung**: In den verknüpften Teilmodellen sind nur die Elemente dargestellt, die in direkter Wechselwirkungen mit dem Prozessmodell stehen.*

4.6.4 Vorgehensweise beim Informationsmanagement

Vor der Nutzung der Informationsbasis muss zunächst geklärt werden, welche Formen der Informationsrepräsentation bzw. welche Informationsarten zur Dokumentation der Planungsergebnisse im konkreten Projekt genutzt werden sollen. Dieser Prozess der Spezifikation verschiedener Inhaltsobjekttypen erfolgt kooperativ unter Koordination der Projektrolle „Moderation und Coaching“ (vgl. Managementfunktionen in Kapitel 4.4.3.3). Hierzu werden die zusätzlich benötigten typabhängigen Metainformationen, wie z.B. ein projektspezifischer Plancode für CAD-Pläne, spezifiziert. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Abstimmung der in den verschiedenen Inhaltscontainern ablegbaren Dateiformate, welche auf den in den Projektanforderungen festgelegten Projektstandards (vgl. Kapitel 4.3.3.3.2) basieren. Diese Klärung projektspezifischer informationstechnischer Standards stellt als Mittel der Qualitätssicherung eine essentielle Voraussetzungen für das Gelingen der Kooperation dar und ermöglicht erst einen effizienten Austausch projektrelevanter Informationen im Rahmen einer räumlich verteilten Zusammenarbeit. Auch Erfahrungen in den am Institut für Industrielle Bauproduktion durchgeführten Anwendungsprojekte [BoSc00, Zent04 sowie WaBo99] zeigten die Wichtigkeit einer solchen informationstechnischen Koordination zu Beginn des Projektes.

Bezugsnehmend auf das beschriebene Informationsflussmodell werden zur Koordination der Erzeugung, Änderung und Nutzung der Inhaltsobjekte verschiedene Editier- und Nutzungsfunktionen unterstützt. In diesem Punkt bauen die Konzepte des Informationsflussmodells auf bisher in der Gruppe „Integrale Planungssysteme“ (IPS) des Institutes für Industrielle Bauproduktion erarbeitete übertragbare Konzepte [INTE00; inte98, Info00] auf. Folgende Funktionalitäten werden unterstützt:

- **Erzeugen von Inhaltsobjekten zum Ablegen von Informationen:**
  Jede ins Projekt involvierte Person kann zur Dokumentation ihrer Aufgabenbearbeitung Informationsobjekte in die zentrale Datenbasis ablegen. Je nach Typ der Informationsrepräsentation (CAD-Plan, Leistungsverzeichnis etc.) wird hierzu ein entsprechendes Inhaltsobjekt mit Metainformationen erzeugt.
- **Lesen von Informationsobjekten:**
  Der Zugriff auf die Inhaltsobjekte im Lesemodus wird bezugnehmend auf den hier vertretenen kooperativen Ansatz jeder Person ermöglicht bzw. explizit gefördert. Die bereits beschriebenen Verteilungs- und Zugriffsmechanismen schaffen hierbei eine möglicht hohe Transparenz der aktuellen Planungsfortschritts für alle Projektbeteiligten und fördern zudem einen inhaltlicher Austausch der Planer während der Aufgabenbearbeitung.

- **Bearbeiten**
  Zum Ändern des eigentlichen Informationsobjektes sowie zum Ändern der Metainformationen wird das Inhaltsobjekt aus der zentralen Datenbasis heruntergeladen und dezentral bearbeitet. Beim folgenden Ablegen der überarbeiteten Information werden die prozessbezogenen Metainformationen zum Teil automatisiert angepasst. Eine Koordination der Schreibzugriffe auf das Dokument zur Sicherung der Datenkonsistenz wird über die Regelung der Bearbeitungsrechte sowie über Versionierungsmechanismen geregelt.
- **Kopieren:**
  Mit dem Anlegen einer neuen Kopie eines Inhaltsobjektes gehen die Bearbeitungsrechte der Kopie an den Kopierenden über. Zur besseren Koordination wird im Ursprungsdokument die Kopieraktion sowie eine Referenz auf die Kopie vermerkt.
- **Neue Version erstellen:**
  Zur Besseren Handhabung der Inhaltsobjekte wird das Erstellen neuer Versionen des Containerelementes unterstützt. Hier bleiben die Bearbeitungsrechte entsprechend den Vorgaben des Vaterdokumentes erhalten. Dort wird zudem eine Referenz auf alle abgeleiteten Informationsversionen als Äquivalenzrelation verwaltet.
- **Archivieren:**
  Um wichtige Planungsstände verbindlich festschreiben zu können, wird die Archivierung von Informationen mit einer Aufhebung der weiteren Editierbarkeit ermöglicht. So können rechtlich verbindliche Informationsstände im zentralen Datenarchiv (vgl. Informationsmodell) erstellt werden. Um weiterhin auf diese Informationsinhalte schreibend zugreifen zu können, werden entsprechende Kopien (s.o) des archivierten Inhaltsobjektes erzeugt.

4.7 Ein methodisches Vorgehensmodell für die Objektplanung

Nach der Erläuterung des Projektmodells, seiner Teilmodelle und der darin enthaltenen Elemente, Strukturen und Methoden in den vorangegangenen Kapiteln wird im folgenden Abschnitt ein Vorgehensmodell für die Objektplanung vorgeschlagen, welches als eine mögliche Ausprägung des Modellschemas eine Art „Planungsleitfaden“ darstellt.

Planungsprojekte im Baubereich weisen als Unikatentwicklungen eine hohe Komplexität auf. Dies resultiert zum einen aus dem wachsenden Umfang des Problemfeldes, da immer neue Aspekte als planungsrelevant erkannt werden, sowie aus der starken inhaltlichen Vernetzung dieser verschiedenen Planungsbereiche. Die Lösung solcher komplexen Planungsaufgaben bedarf der Anwendung integraler Methoden, welche die Planung als integrierte Gesamtleistung aller involvierten Fachbereiche [vgl. Müll99, Wieg95] anstatt als Summe von separat zu optimierenden Einzelleistungen unterstützen.

Ein hierauf bezugnehmendes Vorgehen bei der Planung setzt das Vorhandensein entsprechender methodischer Kompetenzen voraus. Wie Erfahrungen in den am ifib durchgeführten Anwendungsprojekten zeigen [BoSc00], verfügen in der Praxis bisher nur wenige Planer und Bauherren über entsprechende methodische Kompetenzen zur Bewerkstelligung einer ganzheitlichen Planung. Ist kein entsprechend qualifizierter Projektmoderator vorhanden, verfallen die Beteiligten sehr schnell in ihre isolierte Betrachtungs- und Vorgehensweise. Aufgrund dieser Erfahrungen scheint es notwendig, ein sinnvolles Planungsvorgehen durch die Bereitstellung eines planungsmethodischen Vorgehensmodells zu fördern.

4.7.1 Anforderungen und Lösungsansätze

Im Gegensatz zum Projektmanagement ist das methodische Vorgehen bei der Objektplanung sehr stark von der Art des zu planenden Produktes abhängig. Der Anwendungsschwerpunkt dieser Arbeit liegt auf Unikatentwicklungen im Baubereich. Die im weiteren Kapitel beschriebenen planungsmethodischen Vorgehenskonzepte für die Objektplanung, welche auf den Erkenntnissen bei der Untersuchung unterschiedlicher planungsmethodischer Ansätze in Abschnitt 2.4 aufbauen, beziehen sich daher auf die Planung komplexer Gebäude.

Das entwickelte Vorgehensmodell beschreibt dabei einen Vorschlag zur Ausgestaltung bzw. Instanziierung des Prozess- und Aufgabenmodells für den Anwendungsfall der Gebäudeplanung. Dieses Vorgehensmuster wird im Rahmen der prototypischen Umsetzung (vgl. Kapitel 5) als assistierender Vorgehenspilot umgesetzt, wobei die einzelnen Vorgehensschritte als „Aufgaben- und Prozessvorschläge“ im System im Sinne einer Referenzkonfiguration bereitgestellt werden.

Vorgehensrahmen für die Objektplanung

Ziel der hier erarbeiteten Konzepte ist es, einen koordinierenden Vorgehensrahmen für die Objektplanung zu schaffen, welcher den Projektbeteiligten genügend Hilfestellung bei der kooperativen Durchführung von Entwicklungsprojekten im Baubereich bietet, diesen aber noch genügenden Freiraum zu Verfügung stellt, um aufbauend auf ihrer z.T. langjährigen Erfahrung und auch Intuition eigene Vorgehensmuster flexibel anzuwenden und Spielraum lässt für die Spezifika des einzelnen Projektes (Projektart). So kann zudem besser auf unvorhersehbare Änderungen der Rahmenbedingungen und Planungssituationen reagiert werden.

Eine explizite Festschreibung allgemeingültiger Vorgehensschritte bedingt eine gewisse Standardisierung des Entwicklungsvorgehens. Auf Seiten der Objektplanung (Primärprozesse) geht es dabei, bezugnehmend auf die in Kapitel 4.4.1.2 beschriebene zielorientierte Managementstrategie, weniger um eine detailliere Vorgabe einzelner Arbeitsschritte, da dies eine Standardisierung auf sehr detailliertem Niveau voraussetzen würde. Die Spezifika des konkreten Projektes können so nicht entsprechend berücksichtigt werden. (Die Frage der Standardisierung von Projektinhalten wurde auf dem Symposium „Projektstrukturierung“ der GPM [Resc89] ausführlich diskutiert.) Es soll vielmehr ein übergeordnetes Vorgehensmodell zur Verfügung gestellt werden, welches grobe Arbeitsschritte zum methodischen Vorgehen beim Entwickeln bzw. dem Entwurf von Unikaten aufzeigt. Dazu wird auf Seiten der eigentlichen Objektplanung ein grober Vorgehensrahmen geschaffen, welcher die Anwendung einer entsprechenden Planungs- und Entwicklungsmethodik fördert.

Das im weiteren beschriebene Vorgehensmodell versteht sich dabei als eine Art „Vorgehensvorschlag“, der entsprechend den jeweiligen projektspezifischen Rahmenbedingungen im Detail angepasst werden kann. Das Vorgehensmodell ist so als Hilfestellung bei der projektbezogenen Erarbeitung der Planungsaufgaben und der Instanzierung des Prozessmodells zu verstehen.

Phasenbezogene Optimierung

Die Bearbeitung von Aufgaben der Unikatplanung erfordern ein planungsmethodisches Problemlösungsvorgehen, bei dem die Optimierung zunächst auf konzeptioneller Ebene erfolgt und Detailaspekte erst aufbauend auf diesen erarbeiteten Konzepten im weiteren Planungsverlauf behandelt werden. Dieses systemorientierte Vorgehen zur Problemlösung wird, wie in Abschnitt 4.1.4.1 beschrieben, durch einen phasenorientierten Ansatz unterstützt: Durch die Bildung von Projektphasen werden konzeptbestimmende Planungsschritte, welche vorwiegend aus lösungsneutralen Überlegungen bestehen und operative Arbeitsschritte, welche weitestgehend lösungsgebunden sind, zeitlich voneinander getrennt. Diese zeitliche Trennung der konzeptionellen von den operativen Planungsschritten hat nach [AgBa92] den Vorteil, dass dazwischen eine Art „Reifeprozess“ stattfinden kann und die eigentliche Systemwahl nicht unter Zeitdruck stattfinden muss. So bleibt genügend Zeit zum Anfertigen von Wirtschaftlichkeitsrechnungen und für Entscheidungsprozesse. Insbesondere bei komplexen Planungsbereichen können so die verschiedenen Detailaspekte der in Beziehung stehenden Teilsysteme besser abgestimmt werden, was zu höherer Planungsqualität führt.

Die Untergliederung des Projektes nach Phasen ermöglich als eine Art evolutionäre Struktur eine phasenbezogene Konkretisierung der Planungsinhalte. Eine sukzessive planerische Konkretisierung im Projektverlauf führt zudem zu einer immer detaillierter werdenden Beschreibung und Spezifizierung des Planungsgegenstandes [vgl. VDI 2221 sowie Rude98].

Horizontale Integration durch frühzeitige Einbindung der Fachplaner

Durch die Anwendung des vorgestellten Vorgehensmodells kann eine frühzeitige horizontale Integration [vgl. Forg99] der relevanten Planungsaspekte erreicht werden, da bereits in der Konzeptphase parallel zum architektonischen Vorentwurf technische und sonstige funktionale Aspekte Berücksichtigung finden. So kann eine bessere Abstimmung der planungsrelevanten Bereiche ermöglicht werden und die Planung als integrierte Gesamtleistung unterschiedlicher Fachrichtungen anstatt als Summe von separat zu optimierenden Einzelleistungen unterstützt werden. Auf organisatorischer Seite wird dies unterstützt durch eine frühzeitige Einbindung der Fachplaner in den Planungsprozess sowie durch eine kooperative Zusammenarbeit der verschiedenen Fachkompetenzen in interdisziplinären Planungsteams (vgl. Kapitel 4.4.3).

Iterative Planungsstrategie

Der gesamte Planungsprozess ist nach [Müll99] das Resultat eines auf Optimierung von Lösungen basierenden Suchprozesses und sollte daher als iterativer Planungsprozess abgebildet werden [vgl. ClFu92]. Ein wichtiger Lösungsansatz ist daher die Einbindung des im weiteren beschriebenen Vorgehensmodells in einen strukturellen Phasenrahmen, der die Durchführung von Rückkopplungen im Sinne eines iterativen Such- und Optimierungsprozesses unterstützt. Das in Abschnitt 4.1.4.1 vorgestellte Phasenmodell bildet dabei den strukturellen Rahmen für das in weiteren Beschriebene planungsmethodische Vorgehensmodell. Die einzelnen Projektphasen mit ihren Bereichen sind dabei, wie beschrieben, so konzipiert, dass statt einer rein sequentiellen Vorgehensweise eine Durchführung von entscheidungsorientierten Iterationszyklen als ein sinnvolles Mittel der Optimierung ermöglicht wird.

Das phasenbezogene Projektschema wird anhand des im weiteren beschriebenen Vorgehensmodells durch die Ausbildung konkreter Planungsphasen entsprechende instanziiert. Das Vorgehensmodell beschreibt somit die über das Phasen- und Prozessmodell abbildbaren Inhalte. Die einzelnen Schritte zur Objektplanung werden sodann als Planungsinhalte den verschiedenen Planungsphasen zugeordnet.

4.7.2 Vorgehensmodell zur Objektplanung

Abgeleitet aus dem systemtechnischen, lebenszyklusbezogenen Vorgehensmodel stellt die Produktentwicklung bzw. Objektplanung eine eigene Lebenszyklusphase dar. Für diese wurde im Rahmen dieser Arbeit ein phasenspezifisches Vorgehensmodell entwickelt, das aufbauend auf dem in Kapitel 4.1.4.1 beschriebenen phasenbezogenen Konzept zur Projektdurchführung das Vorgehen bei der Gebäudeplanung in unterschiedliche Projektphase untergliedert und die-

sen jeweils verschiedene übergeordnete Arbeitsschritte zuordnet. Folgende Projektphasen sind dabei vorgesehen:

- strategische Planung
- Konzeptplanung
- Entwurfsplanung
- Detailplanung

Zur Gewährleitung eines integralen Planungsvorgehens wurde dieses planungsspezifische Vorgehensmodell wiederum in den übergeordneten Produkt-Lebenszyklus eingebunden ist. Das allgemeine Lebenszyklusmodell wurde hierzu auf den Bereich der Gebäudeplanung angepasst. Die bauspezifischen Lebenszyklusphasen sind in der folgenden Abbildung den allgemeinen Systemlebensphasen gegenübergestellt.

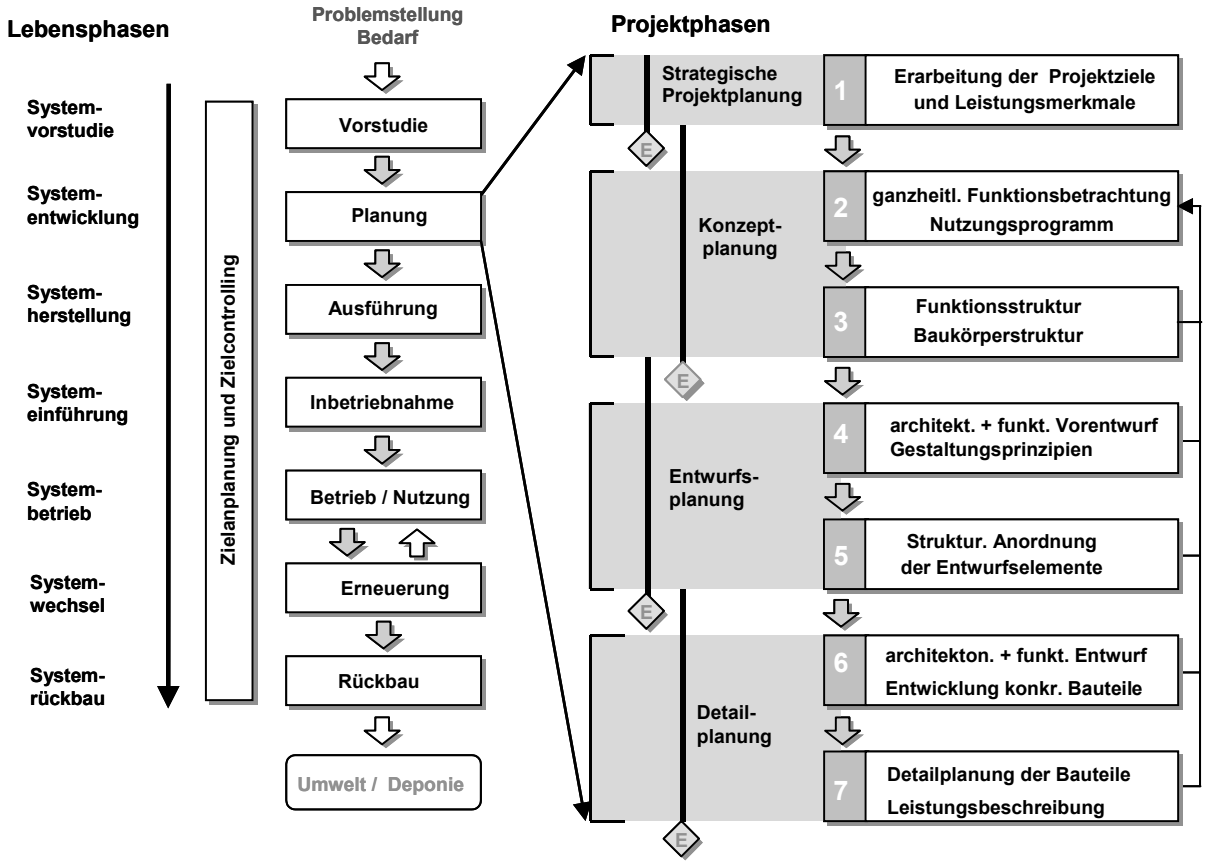


Abbildung 4.7-1: Lebenszyklusorientiertes Vorgehensmodell

4.7.2.1 Phasenbezogenes Planungsvorgehen

Das beschriebene phasenorientierte Vorgehen unterstützt eine schrittweise Überführung „vom Abstrakten zum Konkreten“ [Rude98 sowie AgBa92], welches aufbauend auf einer zunächst

ganzheitlichen Betrachtungsweise eine schrittweise Konkretisierung des Planungsgegenstandes beinhaltet. Dabei werden, ausgehend von einer zunächst funktionalen Betrachtung des Planungsgegenstandes mit der Erarbeitung von ganzheitlichen funktionalen Konzepten (z.B. zur Belichtung oder Klimatisierung) und Funktionsstrukturen sodann entsprechende Konstruktionstypen und schließlich konkrete Bauelemente zur Realisierung der beschriebenen Funktionen entwickelt (vgl. auch Kapitel 4.2.3.1.3). Die folgende Abbildung verdeutlicht die Konkretisierung des Planungsgegenstandes über die Planungsphasen.

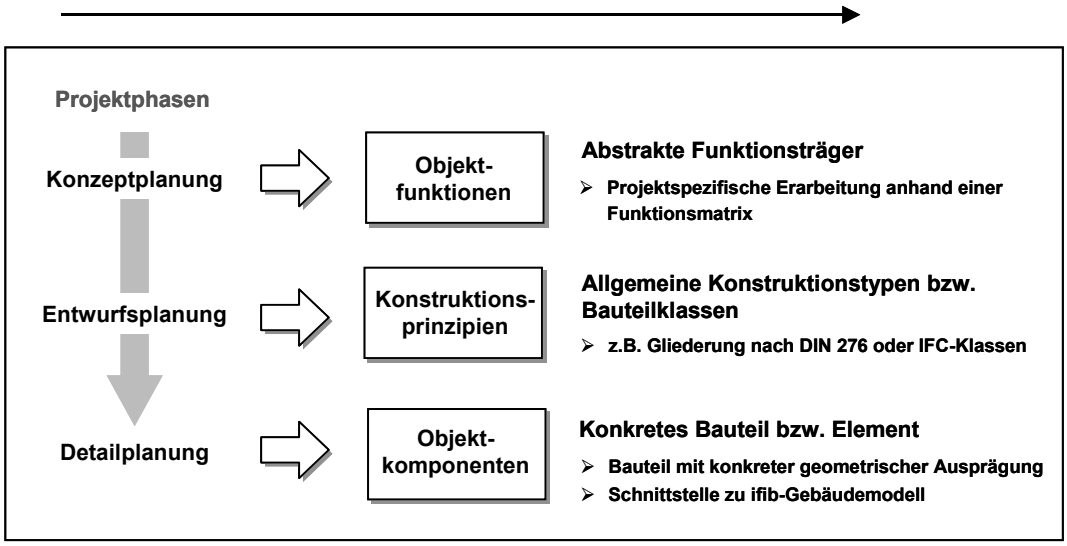


Abbildung 4.7-2: Planungsbegleitende Produktkonkretisierung

Bezugnehmend zu der Erläuterung der planungsmethodischen Grundlagen in Kapitel 2.4 wird zur Erarbeitung der Planungsstrategien für die einzelnen Planungsphasen der phasenbezogene Ansatz von Bauer [Baue00] in Grundzügen übernommen, angepasst und erweitert. Auf die einzelnen Projektphasen und die hierin stattfindenden planungsmethodischen Vorgehensschritte wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

4.7.2.1.1 Projektphase der Strategische Planung

In der Phase der **strategische Planung** (vgl. Kapitel 4.1.4) geht es um das Klären der Projektziele und Rahmenbedingungen sowie um die Abgrenzung der Projektinhalte im Rahmen der Projektdefinition. Inhalte sind so einerseits die Erfassung und Gliederung der Projektziele (Zielsystem), die zur Verwirklichung der Projektidee und Einordnung in ein Wertesystem aus der Sicht der Zielerfüllung (Nutzwert) beitragen. Andererseits handelt es sich um die Erfassung und Abgrenzung jener Projektbereiche, die bei der Verwirklichung der Projektidee eine Rolle spielen. Die Leistungsmerkmale des Projektes werden hierbei in abstrakte Projektfunktionen überführt, welche als Grundlagen der eigentlichen Projektbildung dienen (vgl. Kapitel 4.3.3.3.2). Die strategischen Phase endet nach erfolgter Machbarkeitsstudie mit der Freigabe des Entwicklungsprojektes.

4.7.2.1.2 Phase der Konzeptplanung

Inhalt der Phase der **Konzeptplanung** ist die Konzeption der Wirkungsweise des Planungsobjektes und die Erarbeitung von funktionalen Konzepten für das Gesamtsystem, wie z.B. die Erarbeitung eines gestalterischen oder energetischen Konzeptes für ein Gebäude. Dabei steht eine gesamtheitliche Herangehensweise und eine ganzheitliche Optimierungen im Vordergrund sodass hier eine funktionsorientierte Betrachtung des Planungsgegenstandes sinnvoll erscheint. Basierend auf der in Kapitel 4.2.3 erfolgten Identifizierung verschiedener projektrelevanter Funktionstypen (Objektfunktionen und Nutzerfunktionen) nimmt die Konzeptplanung zum einen Bezug zu den eigentlichen Objektfunktionen, also den Leistungsmerkmalen, welche das Gebäude gegenüber seinem Umfeld zu erbringen hat, sowie den Nutzungsfunktionen, die der Nutzer selber mit dem Objekt bzw. im Gebäude ausführen möchte. Die Konzeptplanung umfasst daher zwei Schwerpunkte:

Ein erster Arbeitschritt ist die Erarbeitung **nutzungsbezogener Funktionsbereiche**, wie z.B. „Büroarbeit“ oder „Wohnen und Aufenthalt“, sowie deren funktionale Vernetzung über die Ausbildung toplogische Relationen als maßstabslose Anordnungsüberlegungen der gefundenen Nutzungsstrukturen. Diese Planungsergebnisse dienen als Grundlage zur Erstellung des gestalterisch-strukturellen Vorentwurfes. Hierzu zählen die Erarbeitung des Nutzungsprogramms mit der Überführung der Nutzerfunktionen in sogenannte Funktionsbereiche.

Der zweite Schwerpunkt ist die Erarbeitung von **Gebäudefunktionen**, welche zur Erfüllung des in den taktischen Projektzielen beschriebenen Gebäudezwecks und Nutzens erfüllt werden müssen. Beispiele hierfür ist die ökonomische Funktion „Rendite einbringen“ oder die technische Funktion „vor Klimaeinflüssen schützen“. Die dabei zu erreichenden konkreten Ausprägungen bzw. Qualitäten dieser Funktionen werden in den Leistungsmerkmalen (vgl. Anforderungssystem in 4.3.3.3) beschrieben. Das Vorgehen zur Erarbeitung projektspezifischer Funktionen und deren Vernetzung durch Strukturbildung wird in Kapitel 4.2.3.2.1 ausführlich erläutert. Als Hilfestellung besonders für technisch-physikalische Funktionen wird dort eine Matrix vorgestellt (siehe Abbildung 4.2-16), welche zum einen die funktionsbestimmenden Größen Energie, Materie, Information und Finanzen als auch die zu deren Transformation möglichen Funktionsverben wie „speichern“ oder „leiten“ einbezieht.

Anmerkung: *Durch eine hierbei stattfindende Betrachtung der funktionalen Zusammenhänge über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes ist die hier beschriebene Funktionsanalyse nicht als Erfassung eines statischen funktionalen Leistungsbildes zum planungsrelevanten Zeitpunkt zu verstehen, wie es im Rahmen des „Funktionalismus“ [Ayrl93] oft geschieht. Eine lebenszyklusorientierte Betrachtung der Gebäudefunktionen lässt Aspekte, wie Flexibilität, Variabilität und Nachhaltigkeit zu wichtigen Planungsparametern werden.*

Sind die relevanten Funktionen identifiziert, so besteht der hierauf aufbauende Schritt in der Analyse der Wechselwirkungen der gefundenen Funktionen und der Erarbeitung von **Funktionsstrukturen**. Dies geschieht in maßstabslosen Anordnungsüberlegungen der spezifizierten Funktionen bzw. Funktionsstrukturen als eine Art **Funktionstopologie**. Die genannten

Schritte resultieren in einer ersten Anordnung und Überlagerung der nutzungstechnischen, gestalterischen und technischen Funktionen. Die durchgeführten Anordnungsüberlegungen ergeben eine erste Baukörpergestaltung, welche die grundsätzliche Lage und Anordnung der gestalterischen und funktionalen Entwurfselemente als grobe Baukörperstruktur beschreibt. Die folgende Abbildung fasst die genannten Schritte noch einmal zusammen.

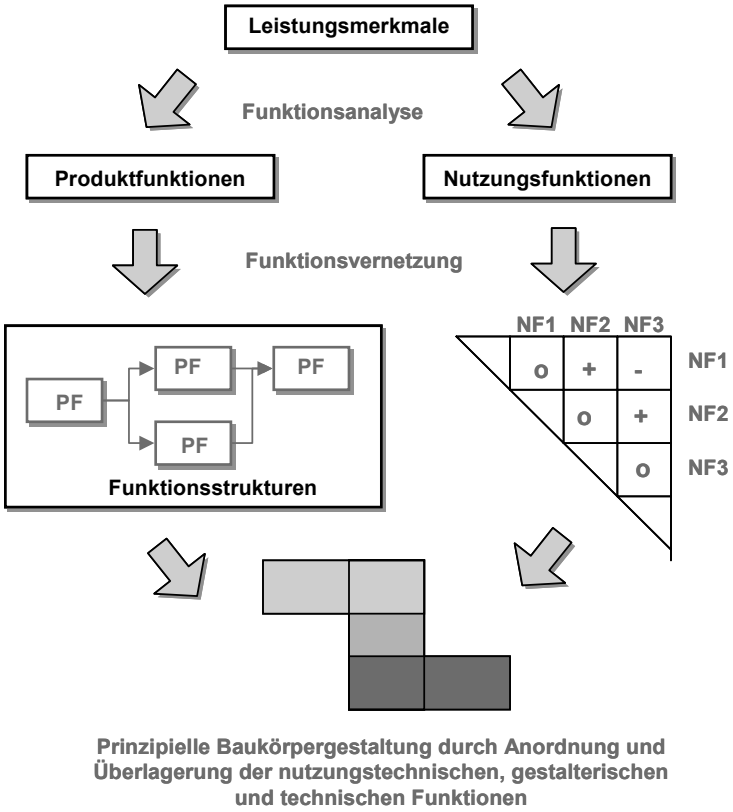


Abbildung 4.7-3: Arbeitsschritte der Konzeptplanung

Funktionsbezogene Repräsentation des Planungsgegenstandes

Zusammenfassend geht es bei der Konzeptplanung um die Spezifikation von technischen und nutzungsbezogenen Funktionen. Die funktionale Kopplung der **abstrakten Funktionsträge**r im Rahmen der Entwicklung von Funktionstopologien bzw. –strukturen entspricht der Entwicklung von prinzipiellen Lösungen der gesamten Planungsaufgabe. In dieser Phase wird die Objektstruktur daher leistungsbezogen durch *abstrakte Funktionsträger* repräsentiert (vgl. Objektstrukturmodell in Kapitel 4.2.3). Die Projektstrukturierung dient somit zur funktionalen Modellbildung, d.h. zur Erarbeitung der konzeptrelevanten Leistungsmerkmale. Zudem dienen sie zur Feststellung und Gliederung der verschiedenen Planungsaspekte, die bei der Ermittlung der optimalen Konzeption eine maßgebende Rolle spielen. Dies gilt sowohl für die Auswahl der durchzuführenden Planungsschritte (Planungsaufgaben und Prozesse) als auch für die Gliederung der über Inhaltsobjekte abgebildete Planungsergebnisse.

4.7.2.1.3 Phase der Entwurfsplanung

Inhalt der **Entwurfsplanung** ist, aufbauend auf den funktionalen Strukturen der Konzeptphase, die Erarbeitung allgemeiner Konstruktions- bzw. Entwurfsprinzipien und übergeordneter Bauelementtypen. Dabei bestimmt die Funktionstopologie die Auswahl des geeigneten **Konstruktionsprinzips**. Ein wichtiges Hilfsmittel zur Überführung von Objektfunktionen in Konstruktionstypen stellt der morphologische Kasten [Wieg95, Ritt72] und die verwandte Funktionsanalyse dar. Die Funktionsanalyse ist den systematisch-analytischen Planungsmethoden zuzuordnen und ermöglicht über eine Matrix die Gegenüberstellung der gewünschten Funktionen und hierzu möglicher Entwurfsprinzipien (vgl. Abbildung Abbildung 4.7-4). Im Idealfall enthält die Matrix alle denkbaren Lösungsmöglichkeiten oder -richtungen in geordneter Form. Über eine solche Matrix können zudem die Überführungsrelationen zwischen den in Kapitel 4.2.3 erläuterten Strukturobjekten erarbeitet werden, da hiermit eine Zuordnung der erarbeiteten Konstruktionsprinzipien zu den Funktionen der Konzeptphase abgebildet werden kann. Eine detaillierte Erläuterung dieser Funktionsanalyse ist Schlicksupp [Schl80] zu entnehmen.

Funktions-analyse	Lösungsmöglichkeiten			
	Konstruktions-prinzip A	Konstruktions-prinzip B	Konstruktions-prinzip C	Konstruktions-prinzip D
Funktion 1	○			
Funktion 2			○	
Funktion 3		○		
Funktion 4				○

Abbildung 4.7-4: Funktionsanalyse nach [Schl80]

Somit wird eine Überführung der topologischen Zusammenhänge der Funktionsträger in **Gestaltungsprinzipien** und Konstruktionstypen ermöglicht, welche nun in geometrische Beziehungen zueinander gestellt werden können. Ein Beispiel für ein Gestaltungsprinzip ist z.B. eine „Glasfassade“ oder „massive Aussenwand“. Hierüber kann ein allgemeiner Bauteiltyp als eine Art Bauteil-Schema bestimmt werden, ohne dass der konkrete Aufbau festgelegt wird. Wie bei der Konzeptplanung wird auch in dieser Phase unterschiedenen zwischen dem rein „architektonischen Entwurf“ des Baukörpers, welcher einer eher räumlichen Betrachtung entspricht und der Entwicklung des Gebäudes als Träger technischer und sonstiger Funktionen. Bezüglich einer Herleitung und Erläuterung der verschiedenen Funktionsarten sein hier nochmals auf Kapitel 4.2.3.1.1 verwiesen. So umfasst diese Phase Maßnahmen zur Erarbeitung gestalterisch struktureller Entwurfsprinzipien, was im gestalterischen Vorentwurf resultiert. Inhalt dieser Planungstätigkeiten ist die Entwicklung von **räumlichen Baukörperstrukturen**, welche auf den topologischen Zusammenhängen der nutzungstechnischen Funktionsbereichen der Konzeptphase aufbauen. Zur Repräsentation der hier erzeugten Planungsergebnisse dient die Klasse der in 4.2.3.1.3 beschriebenen Funktionsbereiche und **Raumstrukturen**. Diesem gestalteri-

schen Vorentwurf folgt die **funktionale und technische Vorentwurfsplanung** mit der Entwicklung von allgemeinen Konstruktionsprinzipien und übergeordneten Modulen zur Realisierung der Objektfunktionen. Diesem Schritt folgt die Erarbeitung eines räumlichen Ordnungssystems für diese funktionsorientierten Entwurfselemente sowie die Entwicklung erster Materialvorstellungen. Bezugnehmend zur VDI 2221 entspricht dies der Gliederung und Gestaltung der „maßgebenden Module“. So werden Konstruktionsprinzipien und schließlich allgemeine Bauteilklassen erarbeitet.

In einem weiteren Schritt werden Gestaltungs- und Konstruktionsprinzipien unter Berücksichtigung ihrer funktionalen Vernetzungen in einzelnen Gebäudekomponenten überführt. Dabei werden konkrete Raumstrukturen aus den nutzungsbezogenen Funktionsbereichen entwickelt. Es folgen Überlegungen zur Materialisierung der entwickelten funktionsrealisierenden Komponenten und eine Zuordnung zur räumlichen Gebäudestruktur. Unter Berücksichtigung der Materialerfordernisse erfolgt sodann die Entwicklung von Rastern aus gestalterischen Beziehungen für die Gebäudekomponenten.

Anmerkung: *Wird hier von einer funktionalen Betrachtung gesprochen, so ist dies nicht im direkten Sinne des „Funktionalismus“ [Ayrl93] als Baustil zu verstehen, bei welchem sich die Form eines Objektes aus der bestmöglichen Erfüllung einer definierten Funktion ableitet. So wenig ein Gebäude oder Bauteil nur der Erfüllung einer einzigen Funktion dienen kann (s.o. Funktionsüberlagerung), so wenig sollte der Entwurfsprozess als isolierten Optimierung einzelner Funktionsträger betrachtet werden. Das hier beschriebene funktionsorientierte Planungsvorgehen stellt vielmehr ein Hilfsmittel dar zur abstrakten und vor allem ganzheitlichen Betrachtung einer Problemstellung und ihrer Wechselwirkungen und kann so ein verfrühtes Festlegen auf vorhandenen Lösungsmuster verhindern.*
Der Entwurfsprozess ist daher als ein Entwickeln, Gegenüberstellen und Abwägen verschiedener funktionaler Anforderungen (vgl. Kapitel 4.3.3.3.1) zu sehen und führt, wie weiter oben beschrieben, zu einer Überlagerung unterschiedlicher Funktionsstrukturen. Aicher [Aicher89] spricht bei einem funktionsorientierten Vorgehen von einem Planungsprozess, bei dem alle Wechselwirkungen des Planungsobjektes mit seiner Umwelt und zwischen den Objektbestandteilen ermittelt werden und dann die Gestalt so einzustellen ist, dass die gewünschten Wechselwirkungen durch die Gestalt möglichst gut unterstützt werden. Dabei wird sich aus der Form nicht notwendigerweise die angestrebte Funktion ablesen lassen. Dies wird gerade unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit offensichtlich, da sich im Hinblick auf eine lebenszyklusbezogene Betrachtung Aspekte wie Flexibilität und Variabilität (s.o) zu wichtigen Planungsgrößen entwickeln.

4.7.2.1.4 Die Phase der Detailplanung

In der Projektphase der Detailplanung stehen operative Aspekte der Detailplanung und Realisierung im Vordergrund. Hier erfolgt die Überführung der allgemeinen Konstruktionsprinzipien und funktionalen Module in konkrete geometrisch ausgeprägte Bauteile und deren detaillierte

Ausarbeitung. Dies entspricht der Erstellung der Werkplanung in der Baupraxis. Hierbei werden Konzepte zur **Materialisierung der Entwurfsvorstellungen** und ein **Zusammenführen von Bauteil- und Raumstrukturen** vorgenommen. Resultat ist eine elementbezogene Gebäudebeschreibung unter Berücksichtigung der Topologie. Es folgt die **technische Planung und Detailgestaltung** der einzelnen Bauteile sowie die Erstellung eines Leistungsbeschriebes zur Erstellung der einzelnen Bauteile. Dies stellt die Schnittstelle zur Lebenszyklusphase der Objekt- bzw. Gebäudeerstellung dar.

Die folgende Abbildung fasst das beschriebene Vorgehensmodell mit den verschiedenen Planungsphasen und die hierin enthaltenen Planungsschritte noch einmal zusammen.

SyProM-Vorgehensmodell **Operative Planungspakete**	**Planungsergebnisse**	**Projekt-phasen**
1. Analyse der Umgebungssysteme 2. Erarbeitung der Projektstruktur 3. Erarbeiten des Zielkonzeptes 4. Strategische Projektplanung	• **Projektplanung auf Koordinationsebene** • **Zielsystem** • **Ablauf- und Aufbaustruktur**	**Strategische Planung**
1. Erarbeiten von Nutzungsfunktionen 2. Erarbeitung der Objektfunktionen 3. Ermittlung von Gebäudevolumen und -situation	• **Nutzungsprogramm** • **Funktionsprogramm**	**Konzept-planung**
4. Architektonische Vorentwurfsüberlegungen durch maßstabslose Anordnungsüberlegungen gefundener Nutzungsstrukturen innen 5. Funktionale Vorentwurfsüberlegungen durch maßstabslose Anordnungsüberlegungen gefundener Objekt-Funktionsstrukturen innen 6. Baukörpergestaltung durch Lage und Gestalt der architektonischen und funktionalen Enwurfselemene	• **Nutzungsstruktur** • **Funktionsstruktur** • **Baukörperstruktur**	
1. Architektonischer Entwurf mit der Erarbeitung architektonischer Gestaltungs- und Entwurfsprinzipien 2. Funktionaler Entwurf 3. Entwicklung erster Materialisierungsvorstellungen 4. Erarbeiten eines Ordnungssystem für räumliche Funktionsstruktur 5. Erarbeitung der räumlichen Baukörperstruktur	• **„architektonischer„ Vorentwurf** • **„funktionaler“ Vorentwurf** • **architektonische und funktionale Gestaltungsprinzipien** • **Räumliche Struktur und Raster**	**Entwurfs -planung**
6. Ausarbeitung der Gestaltungsprinzipien und Konstruktionstypen der einzelnen Gebäudekomponenten und Berücksichtigung ihrer funktionalen Vernetzungen 7. Entwicklung der konkreten Raumstruktur aus den nutzungsbezogenen Funktionsbereichen 8. Entwickeln von Rastern aus gestalterischen Beziehungen unter Einbeziehung von Materialerfordernissen für die Gebäudekomponenten. 9. Materialisieren der entwickelte Komponenten und Zuordnung zur Raumstruktur	• **Struktur und Anordnung der Gebäudekomponenten** • **raumbezogener Gebäudebeschrieb (Raumstruktur)**	
1. Materialisieren der Entwurfsvorstellungen 2. Verwirklichen von Funktionen durch konkrete geometrisch ausgeprägte Bauteile unter Berücksichtigung der Konstruktionsprinzipien 3. Zusammenführen von Bauteil und Raumstruktur	• **„architektonischer „ Entwurf** • **elementbezogener Gebäudebeschrieb** • **Werkplanung**	**Detail-planung**
4. Technische Planung und Detailgestaltung der einzelnen Bauteile 5. Erstellen der Leistungsbeschriebe zur Erstellung der einzelnen Bauteile	• **Detailplanung** • **Leistungsbeschreibung der Bauteile**	

Abbildung 4.7-5: SyProM-Vorgehensmodell

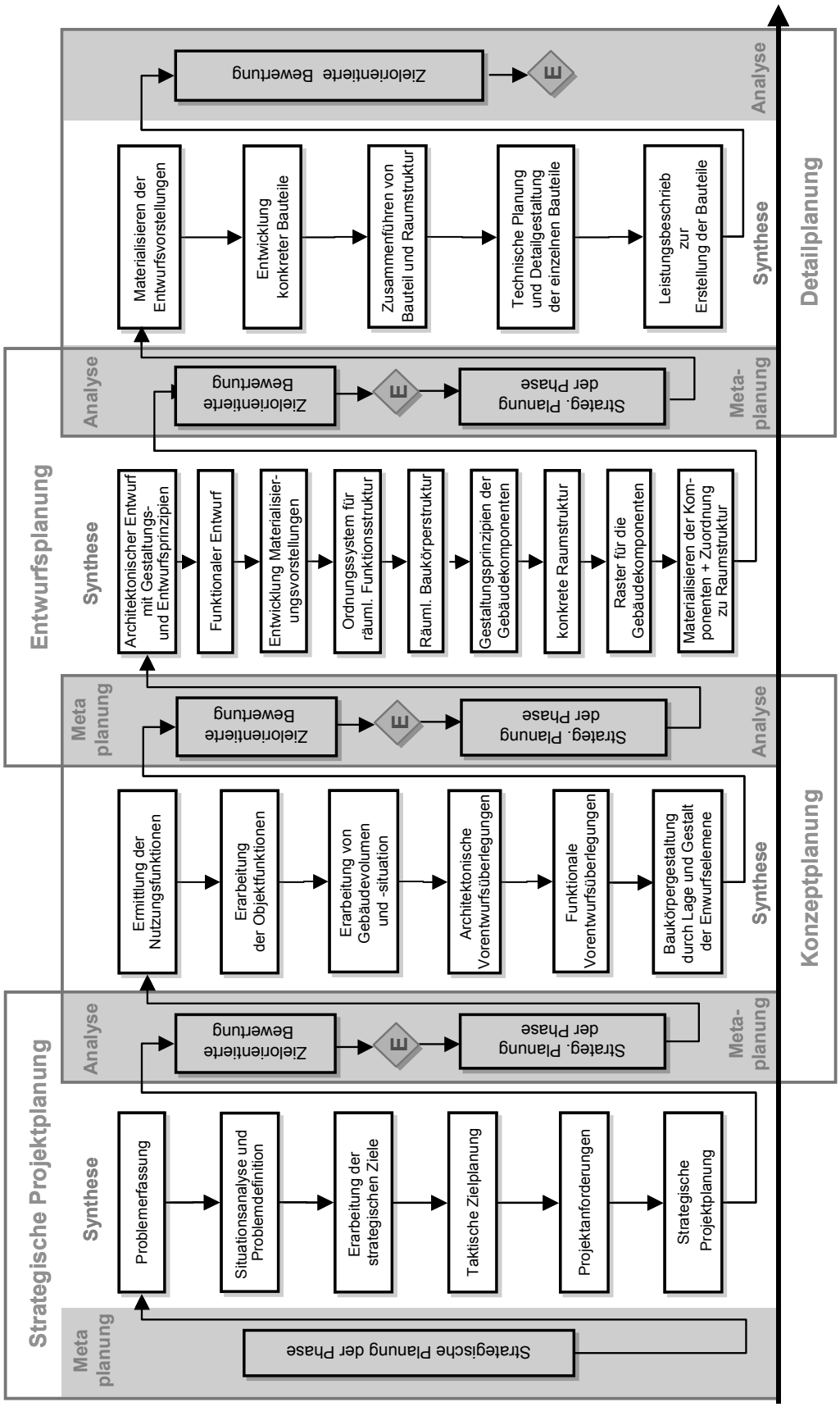


Abbildung 4.7-6: Einbindung des Vorgehensmodells zur Objektplanung

Die Einordnung des erläuterten Planungsvorgehens in das übergeordnete Phasenmodell (vgl. Abschnitt 4.5.3.1) und die Kopplung mit den Vorgehensschritten des in Abschnitt 4.1.4.2 erläuterten Vorgehensmodells zum Projektmanagement zeigt die obige Abbildung 4.7-6. Durch die Einbindung des planungsmethodischen Vorgehensmodells in das Phasenmodell wird eine Kopplung der genannte Methodik zur Objektplanung mit dem in Kapitel 4.1.4.2 beschriebenen Vorgehensmodell zum Projektmanagement ermöglicht, welches den koordinierenden Rahmen für die eigentlichen primären Planungsprozess darstellt. Das in dieser Arbeit entwickelte Vorgehensmodell zur Projektdurchführung beinhaltet somit zwei Bereiche:

- ein planungsmethodisches Vorgehensmodell für die Objektplanung
- ein Vorgehensmodell für das planungsbegleitende Projektmanagement

Diese Kopplung von Planungsmethodik und Managementvorgehen zu einer ganzheitlichen Kooperationsmethodik stellt dabei einen wichtigen Punkt dar.

Zur Abbildung der Vorgehensschritte dient das in Kapitel 4.3.3.4 beschriebene *Teilmodell der Planungsinhalte*, welches ein entsprechendes Schema für diese übergeordneten *operativen Planungspakete* spezifiziert. Diese können zudem über die Zuordnung von *Meilensteinen* mit dem Prozessmodell (Kapitel 4.5.3) verknüpft werden. Die abgebildeten Planungspakete stellen allerdings keine starren Vorgaben dar sondern können je nach projektspezifischen Rahmenbedingungen entsprechend angepasst werden. Sie werden daher als ein anpassbarer Vorschlag zur Vorgehensweise im System abgebildet. Die Abbildung der im Rahmen der Objektplanung zum Einsatz kommenden Planungsmethoden, wie z.B. die erläuterte Funktionsanalyse, erfolgt über den in Kapitel 4.3.3.4.4 beschriebenen Werkzeugkasten.

Phasenbezogene Konkretisierung des Planungsobjektes

Wie beschrieben, wird im Rahmen des Planungsprozesses der Planungsgegenstand immer weiter konkretisiert – von ersten Skizzen um allgemeine funktionale Zusammenhänge über Prinzipskizzen zur Baukonstruktion bis hin zur Detailplanung konkreter Elemente. Demzufolge muss die Repräsentation der Objekt- und auch Projektinformationen auf den verschiedenen Konkretisierungsstufen stattfinden, welche sich aus der erläuterten Phasenstruktur ergeben. Auch die Informationen zum Projektmanagement, wie z.B. Aufgabenstellungen zur Produktplanung, müssen auf diese Abstraktionsniveaus Bezug nehmen. Das bedeutet, dass die Gliederung des Planungsobjektes und auch Projektes, also die für jede Phase zu erarbeitenden Aufgabenstellungen und Planungsinhalte sich an dieser Phasengliederung orientieren müssen. In Kapitel 4.2.3 wird auf diese planungsbegleitende Konkretisierung des Objektes und die hierzu notwendige Repräsentation des Planungsgegenstandes als einer Art evolutionäre Struktur detailliert eingegangen. Dabei werden die verschiedenen Konkretisierungsstufen der Projekt- und Produktrepräsentation bezugnehmend auf das hier beschriebenen planungsmethodische 4.3.3.4 Vorgehen beschrieben. Abbildung 4.7-7 zeigt die Zuordnung der verschiedenen Konkretisierungsstufen der Objektrepräsentation zu den beschriebenen Projektphasen. Hierbei wird zudem die in Abschnitt 4.2.3.1.3 erläuterte zweischichtige Beschreibung des Gebäudes über räumliche und elementorientierte Strukturen deutlich.

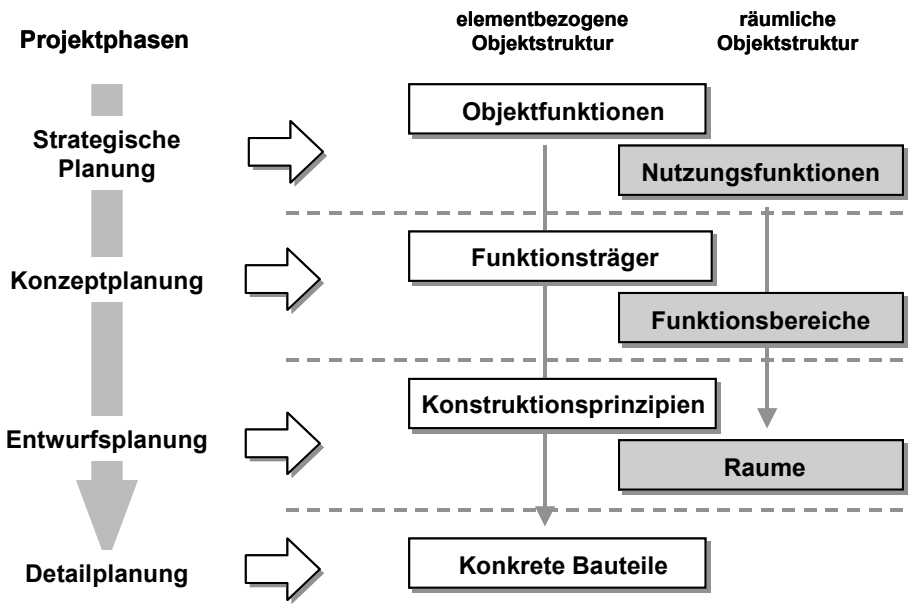


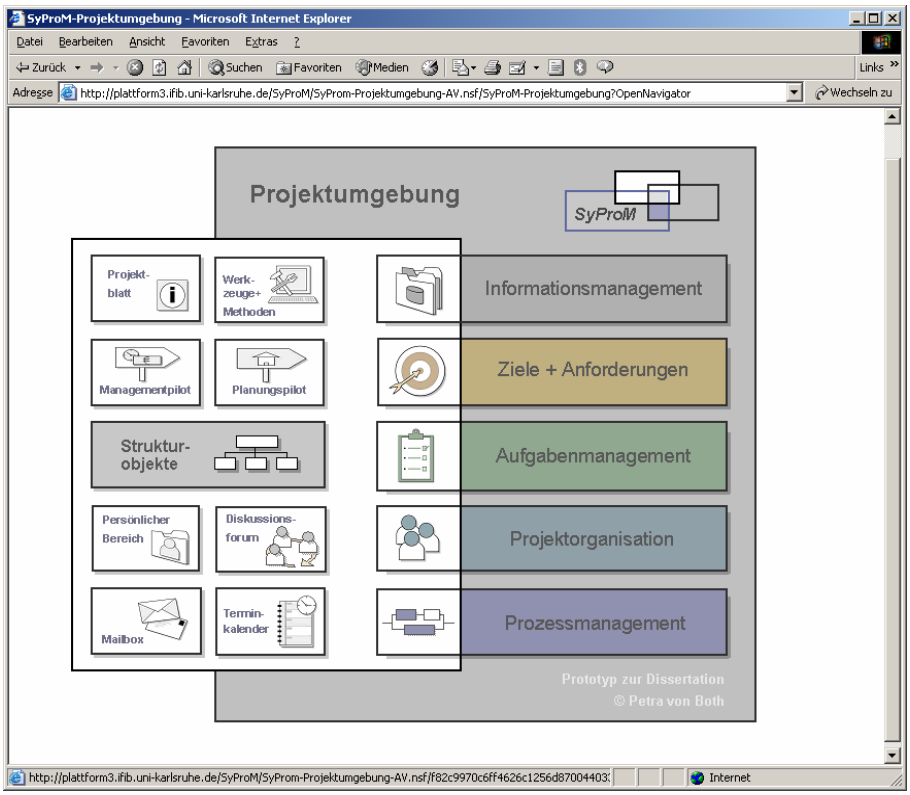
Abbildung 4.7-7:Konkretisierung des Objektes auf zwei Ebenen

Assistierende Wissensbasis mit Prozessmodulen

Das beschriebene Vorgehensmodell beschreibt einen allgemeingültigen, übergeordneten Planungsrahmen, da eine Standardisierung von Unikatplanungen auf zu detailliertem Niveau eine Berücksichtigung der Spezifika des jeweiligen Projektart bzw. des einzelnen Projektes und seiner Rahmenbedingungen erschweren würde. So gestaltet sich z.B. das detaillierte Vorgehen zur Planung eines Flughafens wahrscheinlich recht anders als die Planung eines Krankenhauses.

Um die Planer zusätzlich zu diesem übergeordneten Vorgehnsmodell bei der projektspezifischen Erarbeitung der detaillierten Ablaufstruktur für die Objektplanung dennoch weiterführende Unterstützung bieten zu können, wird eine prozessorientierte Wissensbasis zur Verfügung gestellt, welche einen **flexiblen Zugriff auf detailliertes Prozess-Erfahrungswissen** für verschiedenen Projektkontexte ermöglicht. Zur flexiblen Einbindung von prozessbezogenem Erfahrungswissen wurde im Forschungsschwerpunkt „Informationslogistik“ [GrKl03] eine Wissensbasis zur Abbildung von Prozesswissen entwickelt, welche die Bereitstellung von kontextspezifischen anpassbaren Prozessmodulen zu verschiedenen Problemstellungen der Planung ermöglicht. Sie bietet so als Ergänzung zum vorgestellten Vorgehensmodell Unterstützung bei der Spezifikation der Planungstätigkeiten auf Detailebene und ermöglicht die Berücksichtigung der projektbezogenen Rahmenbedingungen. In Kapitel 4.5.4.1 wird auf die Anbindung dieser Wissensbasis und weiterer asistierender Werkzeuge zur Prozessmodellierung eingegangen. Im Rahmen der Beschreibung des Softwareprototypen wird in Kapitel 5.4.10.1 auf die Implementierung einer Schnittstelle zur Anbindung der Wissensbasis und den über XML stattfindenden Datenaustausch eingegangen.

5 Prototypische Umsetzung



Im folgenden Kapitel wird die Umsetzbarkeit des in Kapitel 4 beschriebenen Modells anhand eines im Rahmen dieser Arbeit implementierten und auf den erläuterten Konzepten und Methoden aufbauenden Software-Prototypen aufgezeigt. Zunächst werden hierzu die Anforderungen beschrieben, welche sich zur Unterstützung einer räumlich verteilten Produktentwicklung an eine solche **Projektumgebung** stellen. Hieraus leitet sich das Umsetzungskonzept ab, das den prinzipiellen Aufbau und die Struktur des Software-Prototypen darlegt sowie die zur Realisierung der beschriebenen Methoden benötigten Funktionalitäten. Im folgenden Abschnitt wird die im Rahmen dieser Arbeit implementierte Projektumgebung vorgestellt und deren Funktionsweise und Handhabung anhand von Bildschirm-Schnappschüssen erläutert. Abschließend werden Schnittstellen zur Einbindung externer Werkzeuge und Informationen vorgestellt. Zudem erfolgt eine Beschreibung der zugrundeliegenden Systemarchitektur.

5.1 Anforderungen an die Umsetzung

Bei der rechnertechnische Umsetzung der beschriebenen Konzepte als assistierendes kooperatives Werkzeug sind verschiedene DV-Architektur bezogene Anforderungen zu beachten. Diese betreffen die im Folgenden erläuterten Aspekte.

Aufbau des Systems

Das Gesamtsystem ist als ein flexibles, offenes System auf Basis moderner Technologien vorzusehen. Eine modulare, offene Struktur soll einen einfachen Zugriff und die Anbindung externer Werkzeuge und Daten ermöglichen. Die Rechnerunterstützung soll eine zentrale Datenhaltung vorsehen, welche automatisch und transparent Persistenz für alle Informationsobjekte auf Basis des Projektmodells ermöglicht. Um eine effiziente Vernetzung unterschiedlicher Informationen und Verarbeitungsmethoden zu einem ganzheitlichen Verbund zu erreichen, sollen entsprechende Schnittstellen zur Integration externer Werkzeuge und Informationen entwickelt werden. Eine weitere Anforderung ist ein plattformunabhängiger Zugriff auf die Projektumgebung, welche eine aufwendige Anpassung der firmeninternen Infrastruktur sowie zusätzliche Investitionen für die Zugriffssoftware vermeidet. Dieser Punkt ist besonders im Kontext temporär begrenzter Projekte wichtig, da die Projektbeteiligten nur für einen zeitlich begrenzten Zeitraum und zum Teil nur für gewisse Planungsleistungen in das Projekt involviert sind.

Benutzerführung

Ein wichtiger Punkt zur Gewährleistung der Softwareergonomie ist eine hohe Übersichtlichkeit der angebotenen Informationen und Funktionalitäten. Hier wird eine entsprechende Bündelung und Strukturierung der Funktionalitäten und Daten notwendig. Eine Konzeption entsprechender Filter und thematischer Sichten soll zudem eine Informationsüberflutung vermeiden und die Suche nach den gewünschten Funktionalitäten und Informationen erleichtern. Die Navigation im Prototypen soll einem einheitlichen Prinzip folgen und leicht nachvollziehbar sein. Das Anlegen und Editieren von Informationen und Managementdaten soll durch eine Teilautomatisierung der Eingabe erleichtert und der Eingabeaufwand minimiert werden.

Unterstützung verteilter Kooperation

Eine integrale Projektdurchführung, welche eine starke Zusammenarbeit und einen intensiven inhaltlichen Austausch aller Projektbeteiligten erfordert, stellt hohe Anforderungen bezüglich der Unterstützung der projektinternen Kommunikation. Kooperationen im Baubereich finden allerdings zu einem großen Teil räumlich verteilt statt, wodurch die projektinterne Kommunikation und Koordination stark erschwert wird. Hieraus resultiert die Notwendigkeit der Bereitstellung einer entsprechenden Kommunikationsplattform, in welche die zu implementierenden Strukturen und Funktionalitäten der Projektumgebung einzubinden sind. Diese soll als integriertes System die verschiedenen verteilten Projektpartner unter Aufhebung der räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen einbinden und vernetzen.

Umsetzung des rollenbezogenen Managementansatzes

Die beteiligten Personen führen bei der Durchführung des Projektes sehr unterschiedliche Projektfunktionen aus. Die Ausübung dieser verschiedenen fachlichen und managementbezogenen Funktionen erfordert spezifische assistierende Funktionalitäten und Methoden sowie spezifische Informations-Profile. Der Prototyp soll daher verschiedene funktionsbezogene Zugangsprofile vorhalten, welche eine rollenbezogene Benutzerführung unterstützen. Ergänzend hierzu soll die Entwicklung von Zugriffskonzepten und eine Regelung der Bearbeitungsrechte die Anwendung des beschriebenen Managementansatzes unterstützen.

Methodische Unterstützung bei der Projektdurchführung

Zur Gewährleistung dieses partizipativen Managementkonzeptes ist die Einbindung der Projektbeteiligten in den Managementprozess essentiell. Ein solcher partizipativer Ansatz erfordert allerdings erhöhte methodische Unterstützung der Projektbeteiligten bei der integrierten Projektdurchführung. Der zu implementierende Prototyp soll daher entsprechende Leitfäden zur Erarbeitung und Handhabung der Kooperationselemente im Rahmen des Projektmanagements zur Verfügung stellen. Eine solche Bereitstellung von standardisierten Prozessmustern leistet zudem einen Beitrag zum Qualitätsmanagement. Durch die Anbindung assistierender wissensbasierter Systeme soll zudem die Einbindung und Nutzung von Erfahrungswissen ermöglicht werden.

5.2 Konzept zur Umsetzung

Aufbauend auf den beschriebenen Anforderungen wurde zunächst ein Umsetzungskonzept entwickelt, welches die Prinzipien der prototypischen Umsetzung sowie den Aufbau und die Funktionsweise des Prototypen erläutert.

5.2.1 Wahl der Technologie

Um eine adäquate Unterstützung der räumlich verteilten Zusammenarbeit gewährleisten zu können, wird ein webbasierter Client-Server Ansatz gewählt, der den Beteiligten ohne großen technischen Aufwand und ohne die Erwerbung teurer Software-Komponenten plattformunabhängig einen einfachen Zugang zur Projektumgebung über einen handelsüblichen WWW-Browser gewährleistet. Wie Erfahrungen zeigen [vgl. Müll99, Forg99, BoSc00], stellt zudem das Vorhandensein einer entsprechenden Kommunikations- und Informationsbasis eine grundlegende Voraussetzung für das Funktionieren verteilter Zusammenarbeit dar.

Aufgrund der erläuterten Anforderungen wird für den im Rahmen dieser Arbeit implementierte Prototyp die Groupware-Plattform Lotus Domino mit Client/Server-Systemarchitektur [DOMI02] als Grundlage der Umsetzung genutzt. Der Zugriff auf die Datenbankfunktionalität kann sowohl

über den Notes-Client wie auch plattform-unabhängig über WWW-Browser erfolgen. Eine detaillierte Erläuterung der Systemarchitektur erfolgt in Abschnitt 5.3.

5.2.2 Aufbau des Prototypen

Lösungsansatz der Umsetzung ist ein modular strukturierter Aufbau des Prototypen, der eine Bündelung der Elemente und Funktionalitäten in Analogie zum beschriebenen Projektmodell ermöglicht. Zudem kann so eine bessere Flexibilität und Wiederverwendbarkeit erreicht werden. Die Module der Projektumgebung dienen somit zur Abbildung und Verwaltung der beschriebenen Partialmodelle des Projektmodells. Sie unterstützen dabei die identifizierten Bereiche der Projektplanung und des Managements und bilden einen assistierenden und koordinierenden Rahmen für die Objektplanung.

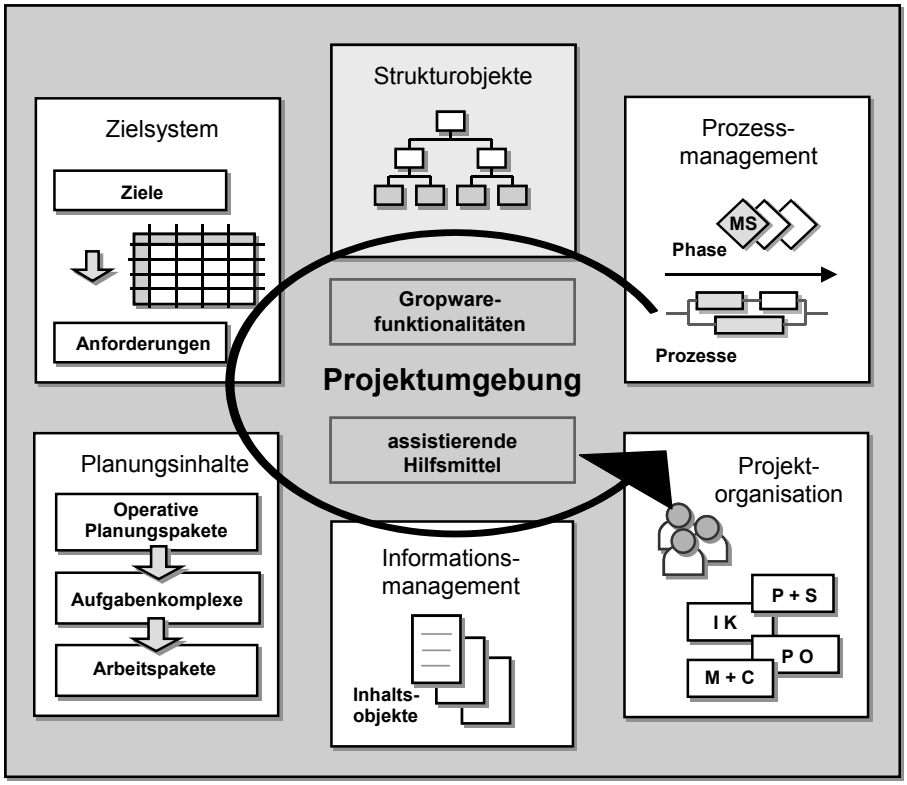


Abbildung 5.2-1: Module der prototypischen Umsetzung

Im Modul „**Ziele und Anforderungen**“ findet die Entwicklung und Handhabung der projektrelevanten Ziele und Anforderungen statt. Im Modul „**Planungsinhalte**“ erfolgt das Management der projektrelevanten operativen Planungspakete und Aufgabenstellungen, die aus den taktischen Zielen abgeleitet werden. Aus Gründen der besseren Handhabung und Übersichtlichkeit erfolgt das Aufgabenmanagement, obwohl dies einen Teilbereich des Ziel- und Aufgabensystems darstellt, in einem separaten Modul. Über eine Kopplung der Planungspakete mit Meilensteinen wird eine Schnittstelle zum Modul „**Prozessmanagement**“ geschaffen. Hier findet die Verwaltung der Projektphasen und der zugehörigen Meilensteinpläne statt. Zudem erfolgt hier

das in Kapitel 4.5 beschriebene Management der Planungsprozesse. Die Verwaltung der **Projektorganisation** geschieht in Anlehnung an das beschriebene Teilmodell Projektorganisation (vgl. Kapitel 4.4) anhand eines rollenspezifischen Ansatzes, bei welchem die Zuordnung der organisatorischen Einheiten zu den Prozessen über sogenannte Projektrollen (vgl. Kapitel 4.4.3.3) realisiert wird. Das Modul zum **Informationsmanagement** bildet eine Art „informationstechnische Klammer“ zur Objektplanung. Die hier verwalteten Informationen dienen zur Dokumentation der Planungsergebnisse und werden zudem als Grundlage der Beurteilung der Zielerfüllung herangezogen. Die Vernetzung der Module bzw. der darin verwalteten Elemente geschieht bezugnehmend zu den Relationen des Projektmodells. So dienen z.B. die im Modul „Projektorganisation“ verwalteten Personen als personelle Ressourcen für das Prozessmanagement. Die Planungsprozesse dienen wiederum zur laufzeitbezogenen Koordination der Bearbeitung der Aufgabenstellungen.

Um die verschiedenen Aspekte der Projektdurchführung zudem entsprechend in einen Kooperationskontext integrieren zu können, werden die Module in eine **internetbasierte Groupwareumgebung** eingebettet. Hierzu wurden entsprechende **Informations- und Kommunikationsmechanismen** als Basisfunktionalitäten entwickelt. Zudem werden modulübergeordnete Funktionalitäten als **assistierende Hilfsmittel** zur Projektunterstützung angeboten. Als Grundlage der inhaltlich-thematischen Synchronisation dient die in Kapitel 4.2 erläuterte Strukturierungssystematik, welche eine Kopplung der verschiedenen Elemente und Module des Systems über sogenannte **Strukturobjekte** ermöglicht. Die Spezifikation und Verwaltung dieser Strukturobjekte wird durch ein separates Modul unterstützt. Anhand einer Zuordnung zu diesen Strukturobjekten wird die Einbindung externer Werkzeuge und Informationen erleichtert. So wird z.B. der Arbeits- und Suchkontext für Anfragen an externe Informationsquellen und Werkzeuge über diese als Klassifizierungskriterien genutzten Strukturobjekte realisiert.

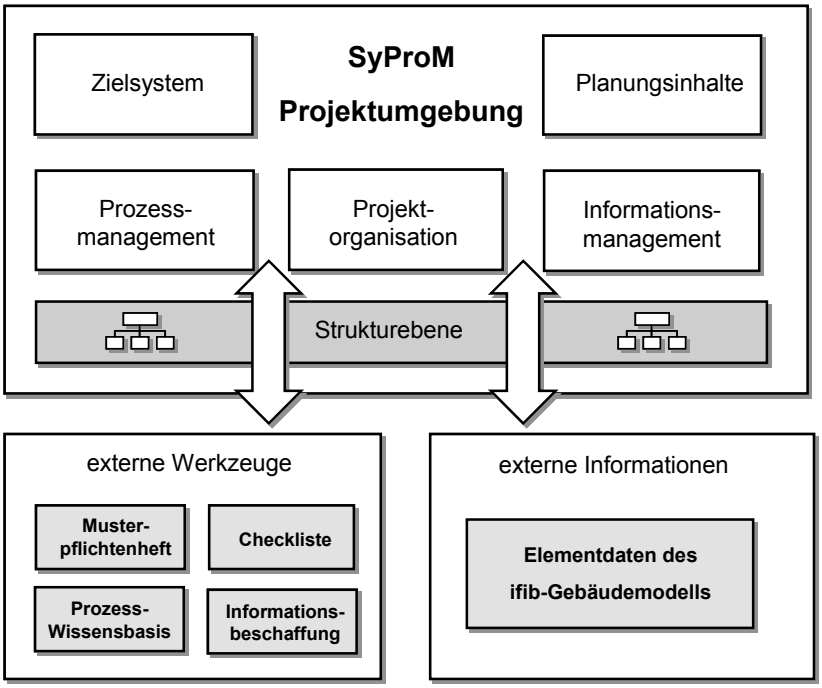


Abbildung 5.2-2: Anbindung externer Werkzeuge und Informationen

5.2.2.1 Aufbau der Module

In den Modulen erfolgt die Erstellung, Verwaltung und Handhabung der jeweiligen Modellelemente bzw. ihrer projektspezifischen Instanzen. Die Elemente werden hier als eigenständige Informationsobjekte (sogenannte Notes Dokumente) mit typspezifischen Attributen verwaltet, die zur besseren Koordination und Handhabung im kooperativen Projektkontext dienen, wie z.B. Freigabemechanismen, Elementhistorie, Autor oder Änderungsdatum. Zudem werden hier entsprechende Funktionalitäten zur Modellierung der Elemente und Leitfäden zu deren kooperativen Handhabung angeboten. Die Module untergliedern sich hierzu in die Bereiche Elementverwaltung, Methoden und Vorgehenspilot:

Elementverwaltung

- Verwaltung der Kooperationselemente, wie Ziele, Aufgaben und Prozesse mit deren zugehörigen Attributen als Instanzen der Elementklassen des Projektmodells
- Verwaltung der Elementrelationen zur Erfassung der Systemstruktur
- Bereitstellung modulspezifischer, thematischer und organisatorischer Sichten auf die Kooperationselemente zur Erleichterung eines kontextbezogenen Zugriffs

Bereitstellung von Methoden und assistierenden Funktionalitäten

- Grund-Methoden zur Modellierung der Elemente (Erstellen, Bearbeiten, Löschen etc.)
- Methoden zur Handhabung im kooperativen Projektkontext, wie Freigabemechanismen, Mechanismen zum Änderungsmanagement, Workflow-Funktionalitäten oder Funktionalitäten zur Verwaltung der Projektorganisation.
- Weiterführende Funktionalitäten, wie z.B. Mechanismen zur laufzeitbezogenen Prozesskoordination, zur Zielbewertung oder zur Unterstützung des Informationsmanagements. Diese werden über sogenannte Notes-Agenten realisiert, welche zum Teil termin- oder ereignisgesteuert initiiert werden.

Die Modellierungsfunktionen werden dem Nutzer entsprechend seinen jeweiligen Bearbeitungsrechten zur Verfügung gestellt.

Vorgehenspilot

- Bietet methodische Unterstützung durch die Abbildung der Vorgehensmodelle zur Projektplanung
- Führt als assistierender Leitfaden durch den Prozess der Erstellung bzw. Modellierung der Elemente im Rahmen der Projektplanung und hält entsprechende Erläuterungen, Methoden und assistierende Werkzeuge bereit
- Diese Abbildung und Standardisierung der Managementaufgaben stellt einen wichtigen Punkt im Sinne des Qualitätsmanagements dar.

5.2.3 Konzept zur Benutzerführung

Eine wichtige Grundlage zur Gewährleistung einer effizienten Benutzerführung ist die Erarbeitung eines durchgängigen gestalterischen Konzeptes, welches auf die modulare Struktur Bezug nimmt. Um eine hohe Transparenz bezüglich des „Aufenthaltsortes“ in der Projektumgebung gewährleisten zu können, weist jedes Modul eine individuelle Farbgebung auf und wird zudem durch ein spezielles Sinnbild repräsentiert.

Eine übersichtliche Aufbereitung der Projektdaten in dynamischen, thematischen und organisatorischen Sichten und Filtern erleichtert die Suche und den Zugriff auf die zur Aufgabenbearbeitung notwendigen Informationen. Eine zusätzliche Visualisierung der Managementdaten und Projektstrukturen dient der besseren Verständlichkeit und erhöht die Transparenz bezüglich der strukturellen und logischen Zusammenhänge des Projektes. So geben z.B. dynamisch generierte Balkenpläne einen einfachen Überblick über den Verlauf des Projektes. Eine grafische Aufbereitung der Strukturobjekte über Baumstrukturen hilft bei der thematischen Klassifizierung der Kooperationselemente.

Ein weiterer Punkt zur Förderung einer effizienten Handhabung des Prototypen ist die Unterstützung der Elementbearbeitung bzw. der Benutzereingabe. Dynamisch generierte Auswahlmenüs, eine grafische Aufbereitung und entsprechende Bearbeitungshinweise unterstützen hierbei gezielt die Eingabe durch den Nutzer. Zudem erhält der Nutzer Assistenz durch eine teilautomatisierte Berechnung bestimmter Elementattribute, wie Erstellungsdatum, Autor etc. durch das System selbst. Unterschiedliche Lese- bzw. Bearbeitungsmodi erleichtern die Handhabung und den Zugriff auf die Elementdaten.

Navigation

Die Navigation erfolgt aus Gründen der Nachvollziehbarkeit in allen Modulen nach demselben Prinzip. Die Benutzungsoberfläche jedes Moduls ist dabei in zwei Bildschirmbereiche unterteilt. Auf der Linken Seite befindet sich ein Menü, das den Zugang zu thematischen Sichten auf die jeweiligen Elemente bereitstellt sowie assistierende Werkzeuge und Methoden zur kooperativen Erarbeitung und Handhabung der Elemente anbietet. Die rechte Bildschirmseite dient der Anzeige der eigentlichen Inhalte bzw. Elementdaten. In diesem Fenster findet die Erstellung und Editierung der Elemente statt. Hierzu werden je nach Elementtyp direkt im Inhaltsfenster entsprechende Modellierungsfunktionen angeboten. Die folgende Abbildung 5.2-3verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Zur effizienten Navigation wird aus jedem Bereich des Prototypen ein Link sowohl zur Startseite des jeweiligen Moduls wie auch zur Haupt-Benutzeroberfläche der Projektumgebung angeboten.

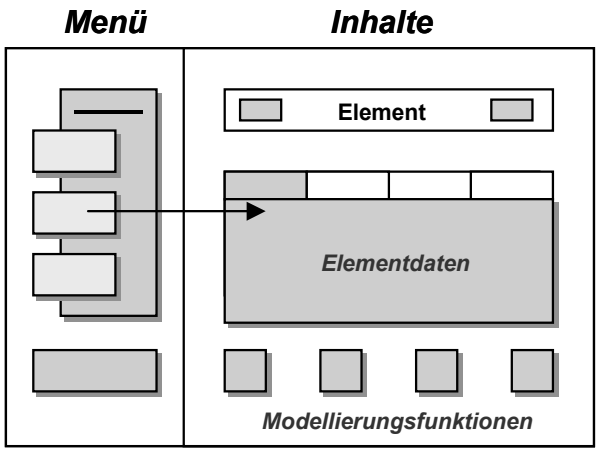


Abbildung 5.2-3: Prinzip des Bildschirmaufbaus

Ebenenkonzept mit rollenbezogenem Zugang

Je nach übernommener organisatorischer Rolle bearbeiten die involvierten Projektbeteiligten Aufgabenstellungen der Objektplanung oder des Managements. Der Bedarf an Zugriff auf die Elementdaten und Methoden zur Modellierung oder Handhabung der Elemente gestaltet sich daher sehr unterschiedlich. Um eine „Informationsüberflutung“ und Unübersichtlichkeit für den Einzelnen zu vermeiden, werden rollenbezogene Benutzeroberflächen bereitgestellt. Hierbei werden über Filtermechanismen nur die Funktionalitäten angezeigt, welche zur Ausübung der jeweiligen Rolle notwendig sind.

Dieser Ansatz resultiert in einem ebenenbezogenen Zugangskonzept, welches die Erarbeitung und Organisation der Kooperationselemente im Rahmen des Projektmanagements von der Nutzung und Handhabung der Kooperationselemente bei der eigentlichen Objektplanung trennt. Der Zugang zur jeweiligen Managementebene wird daher nur den Personen ermöglicht, die eine entsprechende Managementrolle inne haben, wie z.B. „Planung und Steuerung“ oder „Inhaltliche Koordination“ und somit Mitglied des entsprechenden Managementteams (vgl. Kapitel 4.4.3.3) sind.

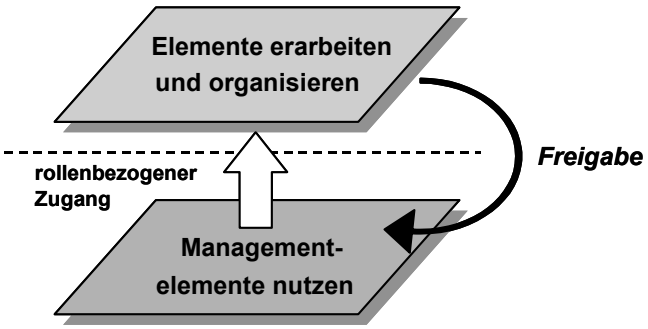


Abbildung 5.2-4: Ebenenkonzept zum Zugriff auf Elemente und Funktionalitäten

Durch die Verwaltung von Freigabestati wird die Zuordnung der Kooperationselemente zu den Ebenen geregelt: In der Managementebene findet, wie beschrieben, die Entwicklung und Anpassung der Elemente statt. Erst nach der Freigabe eines Elementes durch die zuständige Managementrolle kann in der Planungsebene auf dieses Element zugegriffen werden. Abbildung 5.2-4 veranschaulicht dieses Ebenenkonzept.

5.2.4 Regelung der Zugriffs- und Bearbeitungsrechte

Der Zugang zur Projektumgebung und den zugehörigen Datenbanken wird über eine sogenannte Zugriffskontrollliste (ACL: access control list) geregelt, welche mit dem Namens- und Adressbuch des Domänen Controll Servers gekoppelt ist. In dieser ACL können verschiedene Benutzertypen bzw. Zugangsebenen wie Leser, Editor, Entwickler und Manager zugewiesen werden. Eine differenziertere Regelung der Bearbeitungsrechte ist über das Anlegen sogenannter Rollen möglich. Für jede organisatorische Rolle, wie z.B. die Projektmanagementrolle „Planung+Steuerung“ (PM-R-PS) kann so ein spezifisches Zugangs- und Rechteprofil erzeugt werden, welches über die Vergabe der jeweiligen organisatorischen Rollen koordiniert wird. Diese Rollen werden zudem zur Generierung der beschriebenen rollenspezifischen Benutzeroberflächen genutzt.

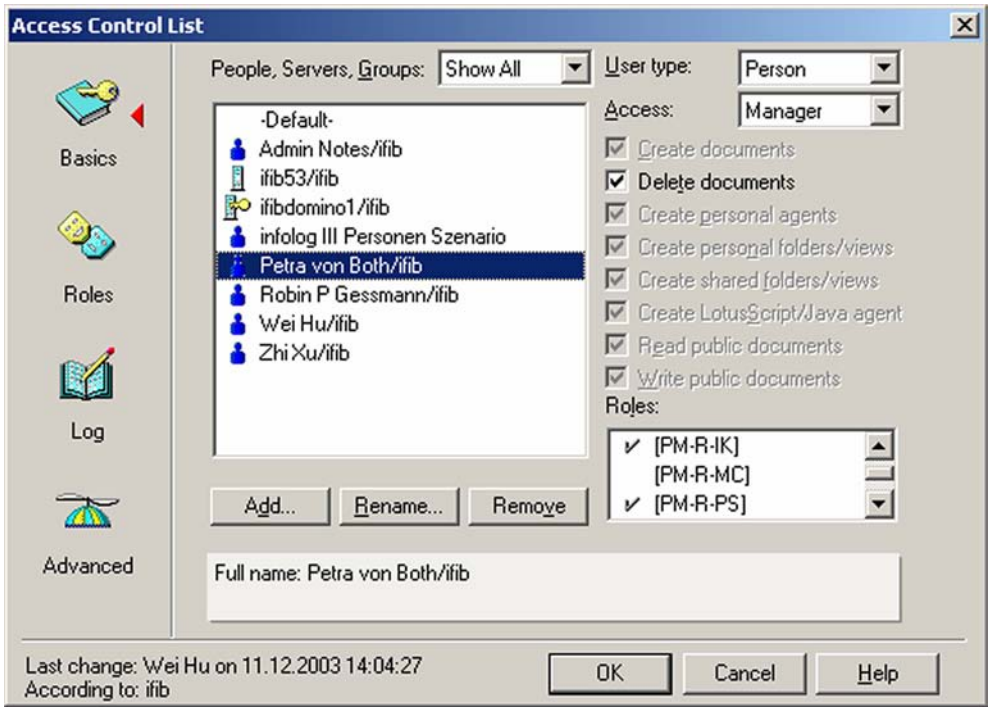


Abbildung 5.2-5: Regelung des Datenbankzugriffes

Die Verwaltung der Projektorganisation mit der Einbindung von Personen in die Teamstrukturen und der Spezifizierung und Vergabe der genannten organisatorischen Rollen erfolgt, wie in Abschnitt 5.4.5.3.2 beschrieben, webbasiert. Diese webbasierte Benutzer- und Projektverwaltung verringert im Gegensatz zu den bisher am Institut für Industrielle Bauproduktion der Universität

Karlsruhe durchgeführten praxisbezogenen Anwendungsprojekten den Administrationsaufwand und trägt somit zur Realisierung eines flexiblen organisatorischen Rapid Prototyping [vgl. Müll99] bei.

Modellierungsmethoden

In den genannten Modulen werden verschiedene Modellierungsmethoden zur Verfügung gestellt. Die Koordination dieser Tätigkeiten und hierauf basierend die Verwaltung der Bearbeitungerechte für die verschiedenen Elemente geschieht bezugnehmend auf die beschriebene rollenorientierte Organisationsstruktur des Projektes über sogenannte Projektrollen. Die folgende Grafik zeigt dies beispielhaft für die Elemente des Ziel- und Aufgabensystems.

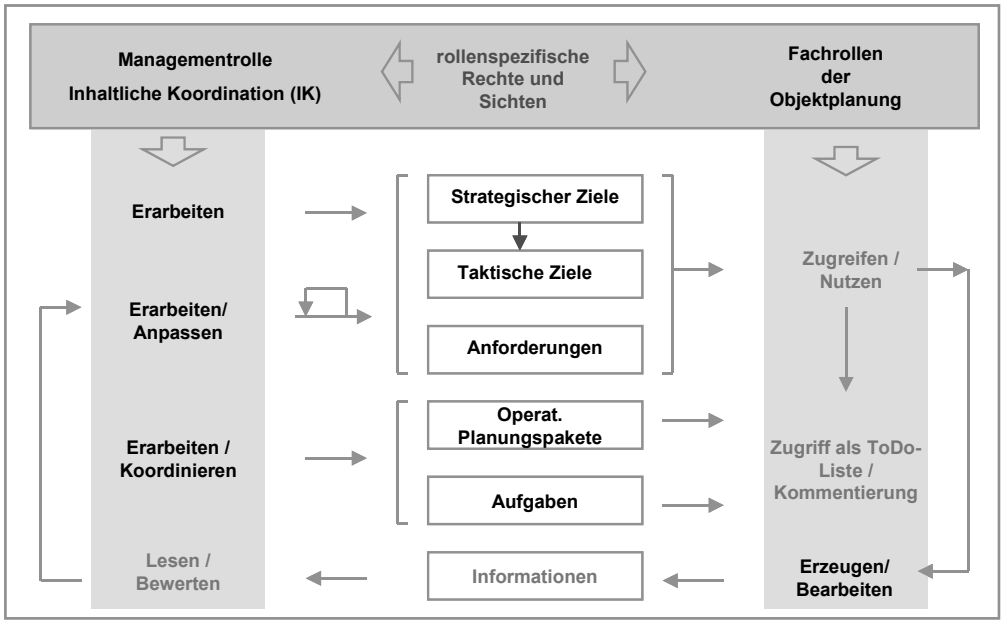


Abbildung 5.2-1: rollenbezogene Modellierungsrechte

5.3 Systemarchitektur

Die Implementierung der Projektumgebung erfolgt auf Grundlage der Groupwareplattform Lotus Domino® mit Client/Server-Systemarchitektur. Die Projektstruktur wie auch die eigentlichen Daten werden zentral auf dem Domino-Server in einer projektspezifischen Notes-Datenbank (Projektdatenbank) abgebildet.

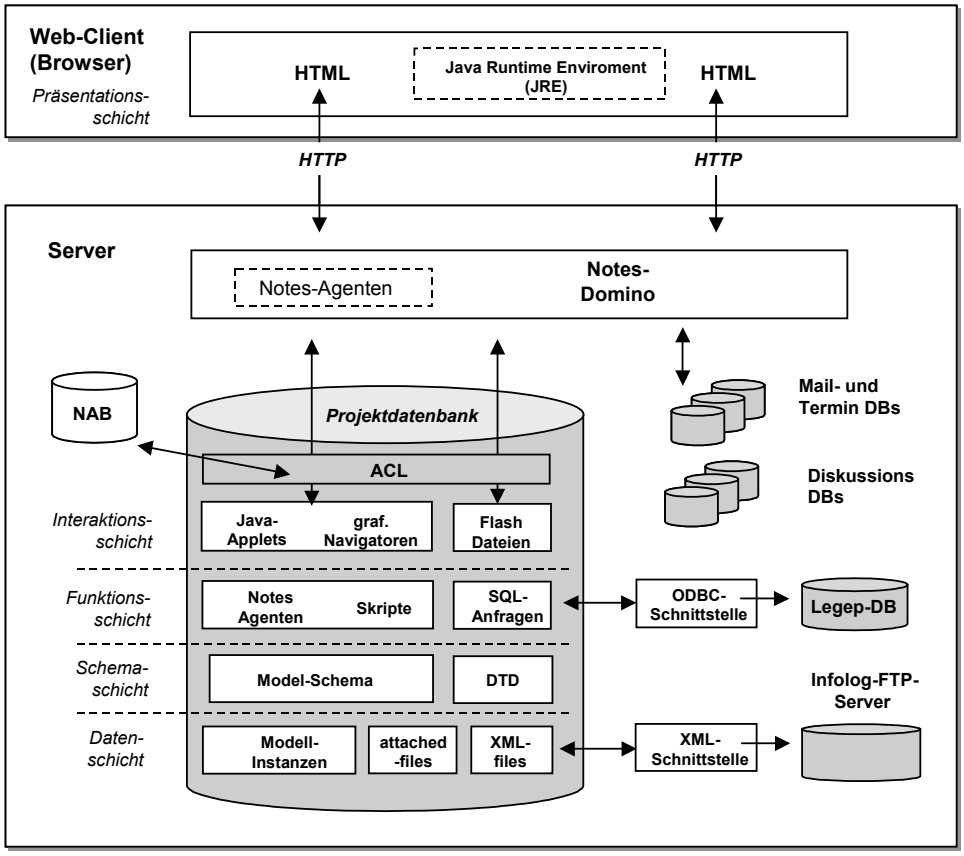


Abbildung 5.3-1: Systemarchitektur

Diese Projektdatenbank weist, wie Abbildung 5.3-1 zeigt, vier Schichten auf: Die **Interaktionsschicht** repräsentiert die Benutzeroberfläche des Systems. In der sogenannten **Schemaschicht** sind die modellspezifischen Entitäten und Relationen des Projektmodells und des Objektstrukturmodells festgeschrieben. In der **Datenschichte** werden die projektspezifischen Instanzen der Modelle verwaltet. Die auf diesen Datenbestand agierenden Funktionalitäten und assistierenden Werkzeuge (**Funktionsschicht**) werden über Skripte und sogenannte Notes-Agenten realisiert, die in den Programmiersprachen JAVA oder Lotusscript geschrieben wurden. Diese serverseitigen Dienste können über verschiedene Systemereignisse oder direkt vom Client aus (über eine erweiterte URL) aufgerufen werden und geben das Ergebnis an diesen nach abgeschlossener Bearbeitung des Aufrufs entsprechend zurück.

Die Domino-Technologie ermöglicht einen flexiblen Zugriff auf die Datenbankinhalte und Funktionalitäten über plattformunabhängig verfügbare WWW-Browser, indem sie Anfragen über den servereigenen HTTP-Server entsprechend an die Projektdatenbank weiterleitet und das Ergebnis im html-Format zurückgibt. Die client-seitigen Anfragen über die von Domino selbst generierten HTML-Seiten oder von den eingebetteten grafischen Navigatoren (Interaktionsschicht) werden dabei entweder direkt an die Datenbankanwendung oder an Vermittlungseinheiten (Notes Agenten) weitergeleitet. Die von Domino generierten HTML-Seiten werden dabei um verschiedene interaktive Flash® Checklisten und JAVA-Applets (“GUI-Applet”) ergänzt, die über

die in den WWW-Browsern verfügbare Virtual Maschine bzw. Java Runtime Enviroment ebenfalls plattformübergreifend lauffähig sind.

Der Zugriff auf die Projektdatenbank bzw. Projektumgebung wird, wie in Abschnitt 5.2.4 erläutert, über eine Zugriffskontrolliste (ACL) geregelt, welche mit dem Namens- und Adressbuch (NAB) des Domain Control Servers gekoppelt ist. Über eine implementierte XML-Schnittstelle (Extensible Markup Language) [W3C2] wird auf Grundlage einer sogenannten Dokument Typ Definition (DTD) der Austausch von prozessbezogenen Daten unterstützt und damit die Anbindung externer Werkzeuge und Daten erleichtert. Eine Kopplung mit der im relationalen Datenbanksystem Microsoft Access verwalteteten Legoe-Datenbank [LEGO03] erfolgt über eine ODBC-Schnittstelle (Open Database Connectivity) anhand von SQL-Anfragen (Structured Query Language) [WiAx02], welche in entsprechenden Skripten eingebunden sind.

Zur Realisierung der in Abschnitt 5.4.9 erläuterten Groupware-Funktionalitäten werden im Server für jeden Projektbeteiligten entsprechende Diskussions- sowie Mail- und Termindatenbanken bereitgestellt. Somit kann der Zugriff auf diese Funktionalitäten über die Domino-Technologie ohne zusätzliche Mail-Clients und entsprechende Protokollverbindung (POP3 oder IMAP) ebenfalls direkt über WWW-Browser erfolgen. Zudem können im Rahmen des Informationsmanagements Mail-Nachrichten (Newsletter) mit Referenzen auf entsprechende Information in der Projektdatenbank im Sinne eines dokumentenbezogenen Workflows versandt werden.

5.4 Beschreibung des Software-Prototypen

Die Abbildung 5.4-1 zeigt die Einstiegsseite der Projektumgebung, über welche man zur Benutzeroberfläche der Projektumgebung gelangt. Zudem ist über diese Startseite der Zugang zu einer Beschreibung des Prototypen und des Projektmodells möglich.

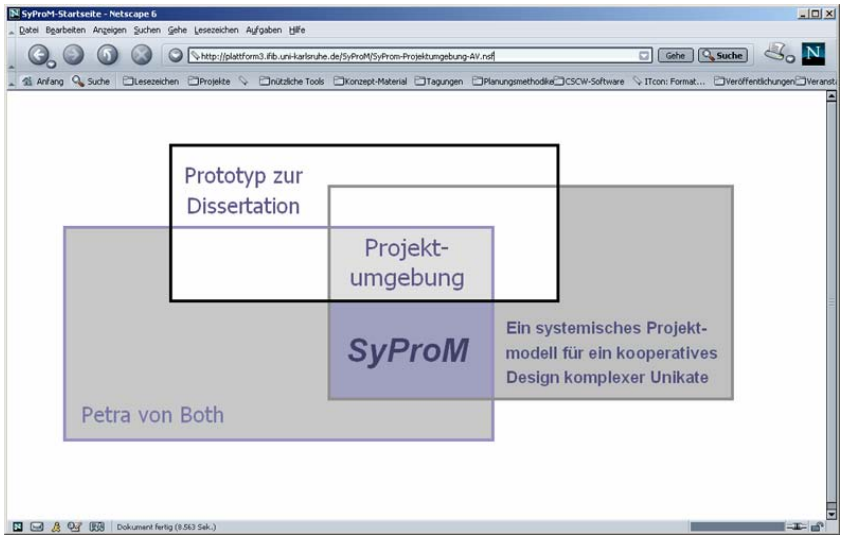


Abbildung 5.4-1: Startseite des Prototypen

5.4.1 Benutzeroberfläche der Projektumgebung

Die in Abbildung 5.4-2 dargestellte Haupt-Benutzerschnittstelle der Projektumgebung ermöglicht einen Zugang zu den verschiedenen Modulen, welche die Teilmodelle des Projektmodells repräsentieren:

- Im Modul „**Informationsmanagement**“ findet die Verwaltung der Inhaltsobjekte des Informationsflussmodells statt. Hierbei werden verschiedene Inhaltstypen, wie Pläne, Berichte, Berechnungen etc. mit typspezifischen Metainformationen zur Verwaltung der planungsrelevanten Informationen angeboten. Die hier verwalteten Informationen dienen zur Dokumentation der Planungsergebnisse und werden zudem als Grundlage der Beurteilung der Zielerfüllung herangezogen. Durch die Bereitstellung von Verteilungs- und Zugriffsmechanismen wird zudem der projektinterne Informationsfluss unterstützt.
- Im Modul **„Ziele + Anforderungen“** wird die Entwicklung und Koordination der projektrelevanten Zielsetzungen und Anforderungen ermöglicht und zudem werden Funktionalitäten zur methodischen Unterstützung der Zielplanung (Zielplanungspilot) angeboten. Zur Realisierung einer anforderungsorientierten Planung werden die freigegebenen Ziele und Anforderungen den Planern in verschiedenen thematischen bzw. kontextbezogenen Sichten transparent gemacht.
- Im Modul **„Aufgabenmanagement“** findet das Management der projektrelevanten Planungsinhalte und Aufgabenstellungen statt, die aus den Zielsetzungen abgeleitet werden. Hier wird zum einen Unterstützung bei der Entwicklung der Aufgabenstellungen geboten, zum anderen die Koordination und inhaltliche Synchronisation der Aufgaben unterstützt.
- Die Verwaltung der Aufbauorganisation des Projektes geschieht im Modul „**Projektorganisation**“. Hier werden die involvierten Personen und Institutionen sowie die teamorientierte Organisationsstruktur verwaltet. Zudem findet hier die Vergabe und Koordination der organisatorischen Rollen statt, welche zur Regelung der Zuständigkeiten für die Planungs- und Managementprozesse dienen. Über diese Rollen werden zudem die Zugriffsrechte für den Prototypen (vgl. Ebenenkonzept in Abschnitt 5.2.2) koordiniert.
- Im Modul „**Prozessmanagement**“ findet die Modellierung und laufzeitbezogene Koordination der verteilt stattfindenden Planungsprozesse auf Projekt- und Teamebene statt. Hier erfolgt zudem die Regelung der Zuständigkeiten und der prozessbezogenen Ressourcen.

Neben der Bereitstellung der beschriebenen Module wird der Zugang zu weiteren projektunterstützenden Bereichen bzw. Funktionalitäten ermöglicht: Im Bereich „**Strukturobjekte**“ wird das projektspezifische Objektstrukturmodell entwickelt und verwaltet, welches zur thematischen Klassifizierung der Kooperationsobjekte herangezogen wird und so als Grundlage der inhaltlichen Synchronisation des Planungsprozesses dient (vgl. Kapitel 4.2.3). Das System der Strukturobjekte repräsentiert dabei unter anderem als „vereinfachtes Produktmodell“ den Planungsgegenstand.

Der Bereich „**Werkzeuge und Methoden**„ wird zur Spezifikation und Verwaltung projektrelevanter Methoden und Werkzeuge genutzt. Die Bereitstellung von Erläuterungen, Beispielen und

Anwendungshilfen, wie z.B. Formulare oder Matrizen, unterstützt die Anwendung der Methoden und Werkzeuge. Die Verwaltung von Validierungsmethoden dient zur Unterstützung der Ziel- und Anforderungsbewertung. Zur weiterführenden methodischen Unterstützung der Planer bei der Projektdurchführung wird sowohl auf Seiten des Managements als auch auf Seiten der Objektplanung ein **„assistierender Vorgehenspilot“** bereitgestellt, der neben erläuternden Leitfäden auch entsprechende Methoden und Werkzeuge bereitstellt. Das **Projektblatt** dient zur Beschreibung des Projektes und seiner spezifischen Rahmenbedingungen. Hier wird zudem ein Überblick über den zeitlichen Verlauf und aktuellen Stand des Projektes geboten. Der „persönliche Bereich“ fasst in einer übersichtlichen Form alle Projektinformationen und Daten zusammen, die zum direkten Arbeitsumfeld des jeweiligen Nutzers gehören und ermöglichen so einen effizienten Zugang zu den persönlichen Daten.

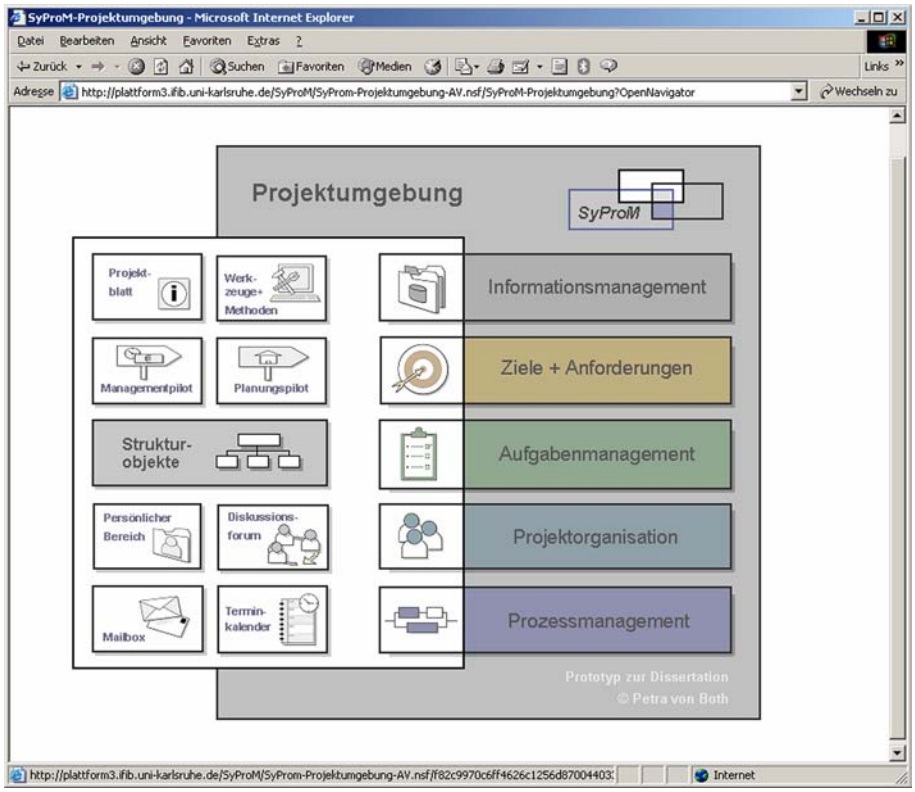


Abbildung 5.4-2: Benutzeroberfläche des Prototypen

Die Projektumgebung dient, wie beschrieben, als Kommunikations- und Kooperationsumgebung. Die Bereitstellung entsprechender Groupware-Funktionalitäten als Basisdienste wird somit zu einem wichtigen Punkt. Ein projektbezogenes **Diskussionsforum** unterstützt dabei die themenbezogene Diskussion projektrelevanter Aspekte. Jeder Projektbeteiligte verfügt zudem über eine projektbezogene **Mailbox**, welche bezugnehmend zur Organisationsstruktur des Projektes entsprechende Verteiler und Maillisten enthält. Auch Kommunikationsmechanismen, wie z.B. Benachrichtigungen bei Terminänderungen oder das Versenden von Dokumentreferenzen bei Fertigstellung bestimmter Informationen, werden über diese Maildatenbanken realisiert. Ein personenbezogener **Terminkalender** unterstützt die Koordination persönlicher und teambezo-

gener Termine. Die Kopplung mit dem Prozessmanagement erlaubt hier die Verwaltung der personenbezogenen Prozesstermine und die Nutzung von Benachrichtigungsmechanismen bei Prozessereignissen.

Der Hauptnavigator des Projektes ermöglicht den direkten Zugriff auf die verschiedenen Module und Funktionalitäten der Plattform. Im weiteren Kapitel erfolgt eine detaillierte Erläuterung dieser Module sowie weiterführender assistierender Funktionalitäten und Informationen.

5.4.2 Modul zur Ziel- und Anforderungsmodellierung

Bezugnehmend auf das in Kapitel 4.3 beschriebene Ziel- und Anforderungsmodell findet in diesem Modul die **Modellierung und Handhabung der projektrelevanten Ziele und Anforderungen** statt.

Grundlage zur Realisierung einer ganzheitlichen anforderungsorientierten Planung ist die Bereitstellung von Funktionalitäten zur Unterstützung einer partizipativen Entwicklung und Spezifizierung von projektrelevanten Zielen und Anforderungen. Aufbauend auf dieser Basis wird zudem die Handhabung der spezifizierten Soll-Werte durch die Planer im Rahmen der eigentlichen Objektplanung unterstützt. Hierzu wird der Zugriff auf kontextrelevanten Anforderungen durch eine entsprechende themenbezogene Aufbereitung und Darstellung der Planungsvorgaben erleichtert. Das Modul gliedert sich daher in zwei Ebenen. Auf der Nutzungsebene findet die planungsbegleitende Nutzung der spezifizierten Zielsetzungen durch die Planer statt. Eine zweite Organisationsebene unterstützt die Spezifizierung und Anpassung der Projektziele durch die Managementrollen „Inhaltliche Koordination“.

Die **Startseite des Moduls** repräsentiert die beschriebene Nutzungsebene. Wie Abbildung 5.4-3 zeigt, wird hier ein effizienter Zugriff auf die projektbezogenen Ziele und Anforderungen durch die Bereitstellung unterschiedlicher elementbezogener und thematischer Sichten unterstützt. Die thematischen Sichten nehmen dabei Bezug zu der in Kapitel 4.2 beschriebenen inhaltlichen Klassifizierung der Ziele und Anforderungen. So werden die Anforderungen zum einen nach ihrem funktionalen Zusammenhang kategorisiert angezeigt. Hierdurch ist ein effizienter Zugriff auf alle Anforderungen möglich, welche dieselbe Objektfunktion spezifizieren, wie z.B. Klimatisierung oder Belichtung. Zum anderen werden objektorientierte Sichten angeboten, welche eine Auflistung der Anforderungen als Merkmale von Objektkomponenten (Elementtypen und Bauteile) im Sinne eines vereinfachten Produkt- oder Objektmodells gewährleisten. Eine raumbezogene Betrachtung wird durch eine Kategorisierung der Anforderungen nach Funktionsbereichen und Räumen ermöglicht, womit eine Art „Raumbuch“ bereitgestellt wird.

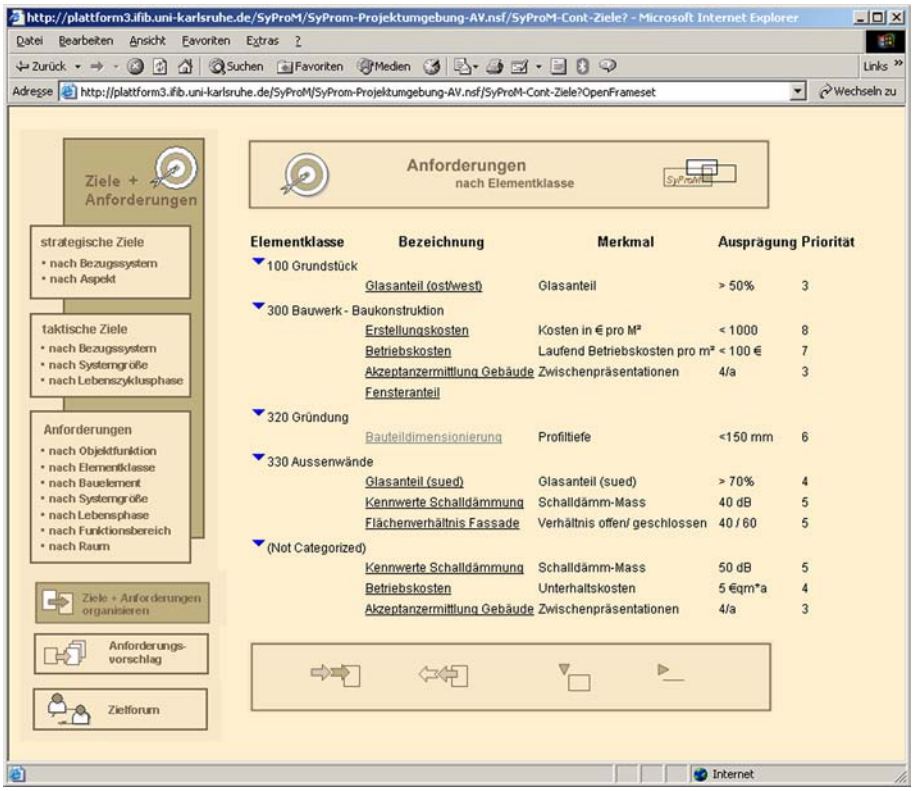


Abbildung 5.4-3: Startseite des Moduls zur Ziel- und Anforderungsmodellierung

Ziel des beschriebenen Konzeptes zur partizipativen Zielplanung ist die Einbindung des Wissens aller Planungsbeteiligten. Ein „**Zielforum**“ unterstützt als ein projektinternes Diskussionsforum die themenbezogene Diskussion bezüglich der zu entwickelnden Zielsetzungen und dient zudem als Hilfestellung bei der Anpassung der Ziele im Rahmen der phasenbezogenen Projektplanung (vgl. Kapitel 4.1.4).

Mittels der Funktion „**Anforderungsvorschlag** anlegen“ können die Planer zudem entsprechende Vorschläge zu Anforderungen machen, die ihnen in ihrem jeweiligen Planungskontext wichtig erscheinen bzw. Planungsparameter nennen, bezüglich derer Soll-Ausprägungen spezifiziert werden sollten. So können die von ihnen als wichtig und planungsrelevant identifizierten Aspekte in den Prozess der Anforderungsentwicklung und Anpassung eingebracht werden. Der Artikulant des Vorschlages wird zur besseren Koordination mit der vorgeschlagenen Anforderung verwaltet.

Hat eine Person die organisatorische Managementrolle „Inhaltliche Koordination“ inne, so hat sie zudem die Möglichkeit, über den Menüpunkt „Ziele und Anforderungen organisieren“ auf die Organisationsebene des Moduls zu wechseln.

5.4.2.1 Organisationsebene

In der Organisationsebene findet die **Entwicklung und Anpassung der Ziele und Anforderungen** statt, bevor sie zur Nutzung auf Planerseite freigegeben werden. Wie in Kapitel

(4.4.3.3) erläutert, erfolgt die Zielplanung als Teil der „inhaltlichen Koordination“ des Projektes durch das Managementteam „Inhaltliche Koordination“ (IK). Zugang zur Organisationsebene haben daher die Inhaber der jeweiligen Teammanagementrollen „TM-R-IK“, also die Planer, welche für die inhaltliche Koordination ihres Teams zuständig sind. Die Moderation dieses Teams erfolgt durch die Projektmanagementrolle „PM-R-IK“, welche auf übergeordneter Ebene für die Koordination des Zielplanungsprozesses übernimmt. Da Vertreter aus allen Planungsteams in diesem Team vertreten sind, kann gewährleistet werden, dass den verschiedenen Interessen und Planungsaspekten entsprechend Rechnung getragen wird. Hierzu werden, wie Abbildung 5.4-4 zeigt, entsprechende Modellierungsmethoden zur Verfügung gestellt. Unter dem Punkt „neu erstellen“ können neue Elemente spezifiziert und als Vorschläge in den Zielentwicklungsprozess eingebracht werden. Zudem wird die Ableitung von taktischen Zielen und Anforderungen aus den jeweils übergeordneten Zielsetzungen unterstützt.

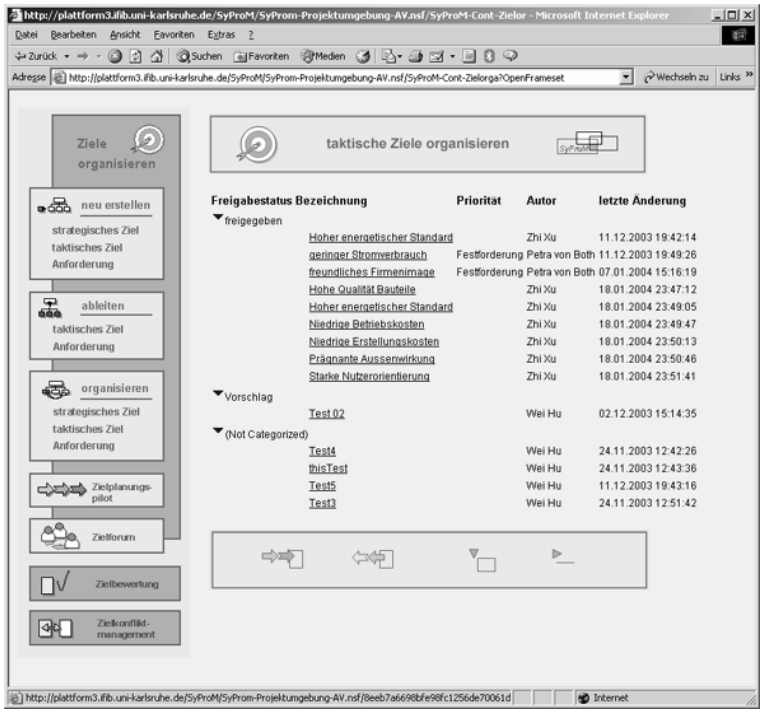


Abbildung 5.4-4: Benutzeroberfläche der Organisationsebene

Die Organisation der Ziele und Anforderungen wird durch die Bereitstellung entsprechender **Freigabemechanismen** unterstützt Der Prozess der Zielerarbeitung, Diskussion, Nutzung und Anpassung wird dabei durch folgende Stati abgebildet.

- Vorschlag
- in Entwicklung
- freigegeben
- in Überarbeitung

Unter dem Punkt „organisieren“ werden statusbezogene Sichten auf die Elemente angeboten, um den Prozess der Zielentwicklung und Anpassung besser handhaben zu können und die Freigabe der Elemente zu koordinieren.

Neben den genannten Modellierungsmethoden werden auf der Organisationsebene zudem assistierenden Funktionalitäten zur **Zielbewertung** und zum **Zielkonfliktmanagement** bereitgestellt. Ein „**Zielplanungspilot**“ unterstützt die Planer im Zielplanungsprozess durch die Bereitstellung entsprechender Leitfäden und methodischer Hilfsmittel.

Aufgabenbezogener Zugriff auf kontextrelevante Anforderungen

Die planungsbegleitende Nutzung der Anforderungen geschieht im Rahmen der eigentlichen Aufgabenbearbeitung. Ergänzend zur übergeordneten Darbietung der Projektziele in der hier beschriebenen Nutzungsebene wird zusätzlich im Modul zum Aufgabenmanagement (vgl. Abschnitt 5.4.3) in der einzelnen Aufgabe ein Zugriff auf die für diesen thematischen Kontext relevanten Anforderungen ermöglicht. Anhand der thematisch-inhaltlichen Klassifizierung eines Arbeitspaketes über die in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekte, wie z.B. die betroffene Objektfunktion oder das Bauelement, werden über postkoordinative Zugriffsmechanismen dynamische Sichten auf die zu diesem thematischen Aufgabenkontext gehörigen Anforderungen erzeugt.

5.4.2.2 Verwaltung der Elemente

Die in diesem Modul verwalteten Elemente sind zum einen die strategischen und taktischen Ziele, welche die Zielsetzungen des Projektes auf eher übergeordneter Ebene beschreiben. Zum anderen werden die hieraus abgeleiteten Anforderungen verwaltet, welche die eigentlichen planungsbestimmenden Parameter darstellen. Im folgenden werden die genannten Elemente, die als eigenständige Informationsobjekte verwaltet werden, mit ihren zugehörigen Attributen beschrieben. Aufgrund des Umfanges beschränkt sich die Beschreibung der Elementattribute auf einige exemplarische Ausschnitte.

Das strategische Ziel

Zur Verwaltung dieses Elementes ermöglicht das System, wie in Abbildung 5.4-5 ersichtlich, die Verwaltung allgemeiner elementbeschreibender Attribute, wie Bezeichnung, Beschreibung, die Angabe der Zielpriorität und die Möglichkeit der Zuordnung ergänzender beschreibender Informationen als Dateianhang.

Abbildung 5.4-5: Elementmaske des strategischen Ziels

Darüber hinaus wird eine Verwaltung der spezifizierten Soll-Werte ermöglicht sowie eine thematische Klassifikation der Elemente, die als Grundlage des Zielkonfliktmanagements dient. Hierarchische Relationen zu abgeleiteten taktischen Zielen sowie inhaltliche Wechselwirkungen zu anderen strategischen Zielen können unter dem Punkt „Verknüpfungen“ abgebildet werden. Unter dem Punkt „Verwaltung“ werden Informationen zur Koordination und Handhabung im kooperativen Projektkontext, wie Freigabestatus, Autor, Erstellungs- und Änderungsdatum verwaltet.

Das taktische Ziel

Auf der Ebene der taktischen Ziele erfolgt die Klärung der Schnittstellen zwischen Planungsobjekt und seinem Umfeld. Sie definieren so den Zweck bzw. Nutzen eines Objektes oder Systems für die Umgebungssysteme. Auch die Attribute des Elementes „taktisches Ziel“ gliedern sich in die Bereiche Beschreibung, Spezifikation der Soll-Werte, thematische Klassifikation, Verwaltung der thematischen und strukturellen Verknüpfungen, Zieldiskussion und Verwaltung. Die Zielwerte können unter dem Punkt „**Soll-Werte**“ qualitativ oder quantitativ formuliert werden. Die Spezifikation der quantitativen Sollwerte erfolgt, wie in Abbildung 5.4-6 ersichtlich, anhand eines Indikators (Merkmal) sowie der Nennung dessen Sollausprägung (Sollwert oder Wertebereich).

Abbildung 5.4-6: Elementmaske des taktischen Ziels

In der Sparte „**Klassifikation**“ wird anhand der Zuordnung des Bezugssystems, der zugehörigen Nutzungsfunktion, der Lebenszyklusphase und des betroffenen Nachhaltigkeitsaspektes eine Einordnung in den inhaltlichen Kontext des Projektes ermöglicht. Die Klassifizierung wird durch die Bereitstellung aktuell generierter Auswahlmenüs unterstützt. Unter dem Punkt „**Verknüpfungen**“ werden die abgeleiteten Anforderungen vermerkt sowie die im Rahmen des Zielkonfliktmanagements (vgl. Abschnitt 4.3.3.5) identifizierten inhaltlich verknüpften Zielsetzungen aufgezeigt. Über entsprechende „Dokumentlinks“ ist ein effizienter Zugriff auf diese verknüpften Elemente möglich. Zudem kann direkt aus dem jeweiligen taktischen Ziel heraus eine Anforderung abgeleitet werden, wobei die Strukturinformationen des Ziels und die thematische Klassifizierung entsprechend auf die abgeleitete Anforderung übertragen werden. Im Abschnitt „**Zieldiskussion**“ können entsprechende Kommentare zur Zielerreichung vermerkt werden. Zudem wird ein Zugriff auf die im „Zielforum“ erstellten Anmerkungen zu dieser Zielsetzungen ermöglicht. Der Bereich „Verwaltung“ ist in Analogie zum strategischen Ziel aufgebaut.

Die Anforderung

Die aus den taktischen Zielen abgeleiteten Anforderungen beschreiben auf einem detaillierteren Niveau lösungsneutral die konkreten Soll-Eigenschaften (Aufbau und Funktionsweise) und Rahmenbedingungen für die entsprechende Qualität eines konkreten Bezugsobjektes. Die Spezifikation und Verwaltung der Anforderungsattribute erfolgt bezugnehmend auf Kapitel 4.3.3.7 in verschiedenen Kategorien: Die „**allgemeinen Angaben**“ enthalten neben der Bezeichnung und Beschreibung der Anforderung auch die Angabe des Artikulanten. Um sowohl die Funktionsweise des Produktes als auch dessen konkreten Ausbau spezifizieren zu können,

wird eine Unterscheidung in funktionale Leistungsmerkmale und zustandsbezogene Qualitätsmerkmale (Anforderungstyp) ermöglicht. Das Feld „Anforderungsbezug“ ermöglicht die generelle Einteilung in Objekt- und Projektanforderungen.

Die **Spezifizierung der Sollwerte** erfolgt durch Nennung des Anforderungsmerkmals sowie der Merkmalsausprägung (vgl. Abbildung Abbildung 5.4-7). Dabei können Punktforderungen, Bereichsforderungen mit Angabe des Wertekorridors sowie Optimalitätsforderungen mit Angabe der Optimierungsrichtung verwaltet werden. Zusätzlich können den Anforderungen Validierungsmethoden oder Werkzeuge zugewiesen werden, die zur normierten Bewertung der Anforderungserfüllung beitragen. Die anhand der Sollwerte zu spezifizierenden Zustandsattribute beziehen sich dabei auf Merkmale, welche sich aus den System-Grundgrößen Energie, Materie, Finanzen und Information ableiten lassen. Ein Beispiel ist die Herstellung definierter Raumtemperaturen (Zustand der Größe Wärmeenergie) unter Zuführung eines definierten Verbrauchs eines Energieträgers.

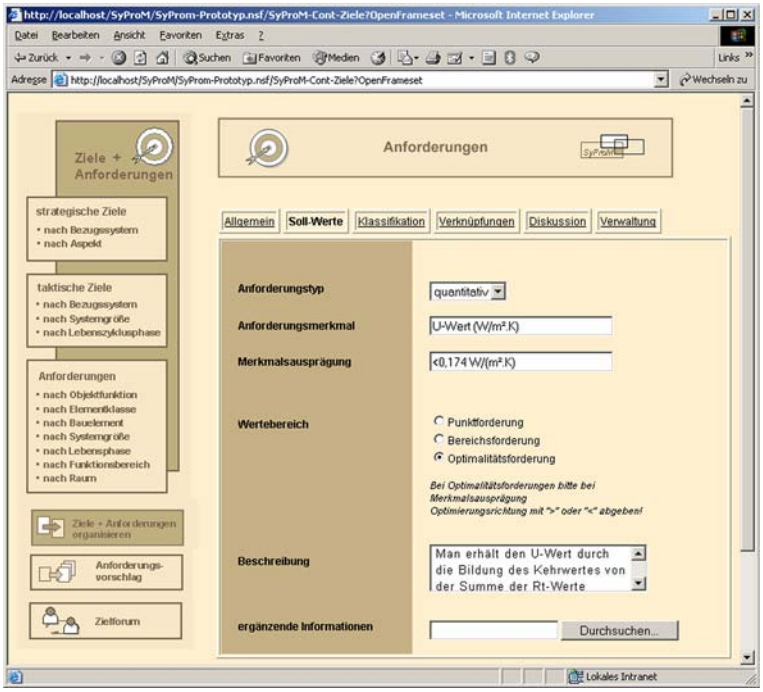


Abbildung 5.4-7: Sollwertspezifikation der Anforderungen

Die **thematische Klassifizierung** der Anforderungen stellt daher sowohl einen Bezug zur jeweiligen Objektkomponente als Merkmalsträger im Sinne eines vereinfachten Objektmodells dar, wie auch zur Systemgröße, aus welcher das eigentliche Anforderungsmerkmal abgeleitet werden kann. Wie die folgende Abbildung 5.4-8 zeigt, wird die Klassifizierung durch interaktive grafische Checklisten unterstützt.

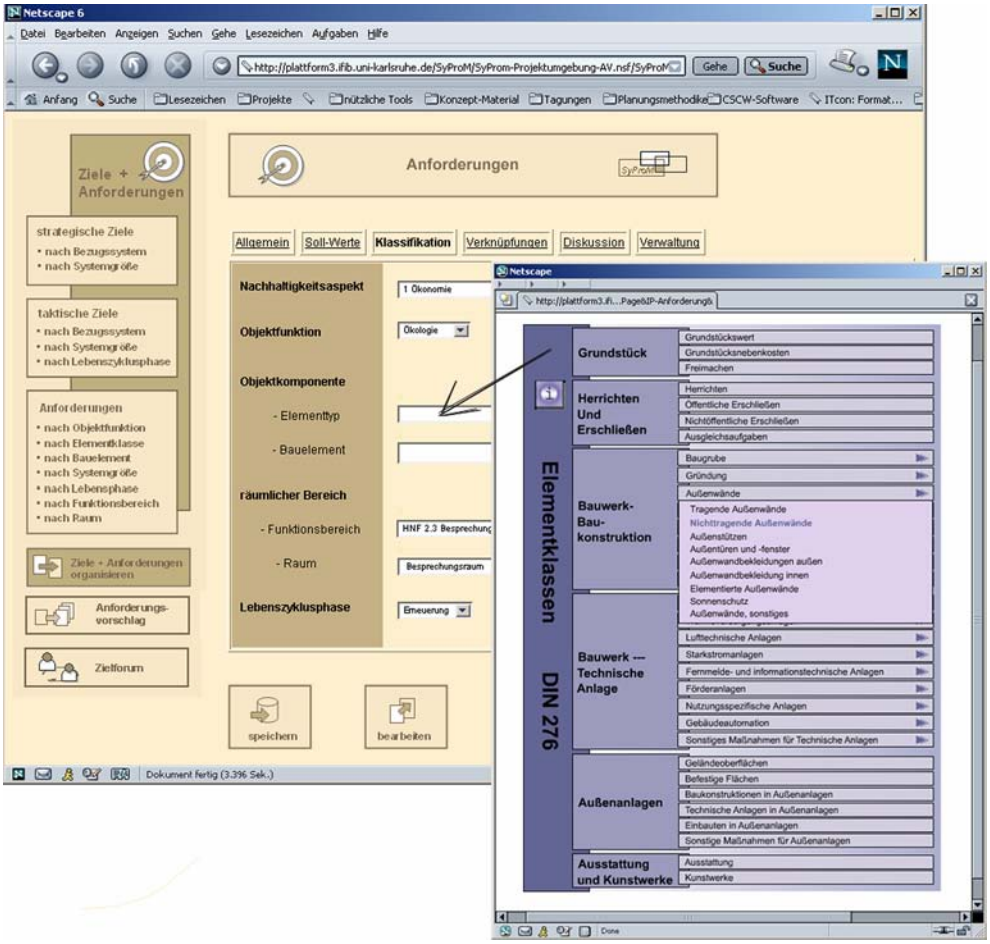


Abbildung 5.4-8: Interaktive Checklisten zur Unterstützung der Elementklassifizierung

Zur Festlegung des Auswirkungsortes des in der Anforderung beschriebenen Zustandes dient die Angabe des räumlichen Objektbereiches. Zur Spezifizierung von Projektanforderungen ist zudem eine Zuordnung zur jeweiligen Projektfunktion sowie zum betroffenen Kooperationselement als Bezugsobjekt möglich. Unter dem Punkt „**Verknüpfungen**“ werden die strukturellen und inhaltlichen Wechselwirkungen der Anforderung verwaltet. Neben einer Referenz auf das übergeordnete taktische Ziel, können inhaltliche **Anforderungskonflikte** verwaltet werden. Die Anforderungsrelationen, welche als eigenständige Informationsobjekte verwaltet werden, können dabei durch die in Abbildung 5.4-9 ersichtlichen Attribute Relationstyp, thematischer Bezug, Richtung, Beeinflussungsgrad und Beeinflussungsfunktion beschrieben werden.

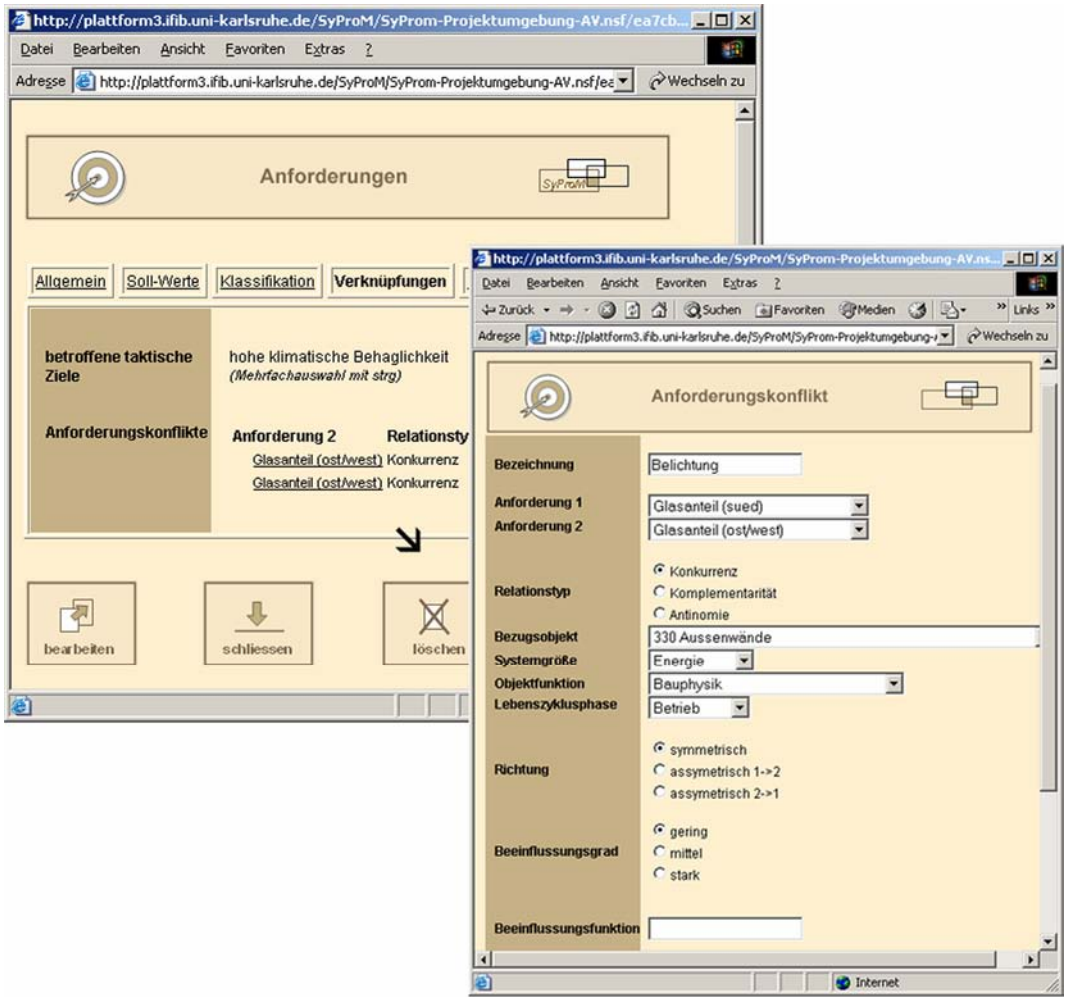


Abbildung 5.4-9: Verwaltung von Anforderungskonflikten

Der Bereich „**Bewertung + Diskussion**“ unterstützt den Prozess des Zielkonflikt-managements sowie die Bewertung der Anforderungserfüllung. Hierzu wird die projektspezifische Priorität der Anforderung verwaltet, der phasenbezogen bewertete Grad der Werterreichung sowie Kommentare von Planern, die mit der Erfüllung dieser Anforderung im Rahmen ihrer Aufgabenbearbeitung konfrontiert sind. Zusätzlich werden die zu dieser Anforderung gemachten Anmerkungen aus dem Zielforum angezeigt. Die Bewertung der Anforderungserfüllung erfolgt im Rahmen eines aufgabenbezogenen Bewertungsprozesses, bei dem ein entsprechendes Bewertungsdokument angelegt wird (vgl. Abbildung 5.4-15). Aus der Anforderung heraus kann über eine entsprechende Dokumentreferenz auf die betroffenen Bewertungsdokumente zugegriffen werden, im Rahmen derer die Anforderungserfüllung bewertet wird. Auch bei der Anforderung helfen entsprechende **Verwaltungsinformationen** bei der Handhabung im Projektkontext.

5.4.2.3 Assistierende Funktionalitäten zur Entwicklung und Handhabung der Ziele und Anforderungen

Zur Unterstützung der Zielplanung und der Handhabung der spezifizierten Zielsetzungen im Rahmen der anforderungsorientierten Planung werden die im folgenden beschriebenen assistierenden Hilfsmittel zur Verfügung gestellt.

5.4.2.3.1 Zielplanungspilot

Durch die Implementierung eines Vorgehensmodells für die Zielplanung werden die Projektbeteiligten methodisch unterstützt durch den Zielplanungsprozess geführt. Der in Abbildung 5.4-10 dargestellte Zielplanungspilot unterstützt den Prozess der Ziel- und Anforderungsspezifizierung durch die Abbildung konkreter Vorgehensschritte, zu denen entsprechende methodische Werkzeuge sowie ein Leitfaden angeboten werden.

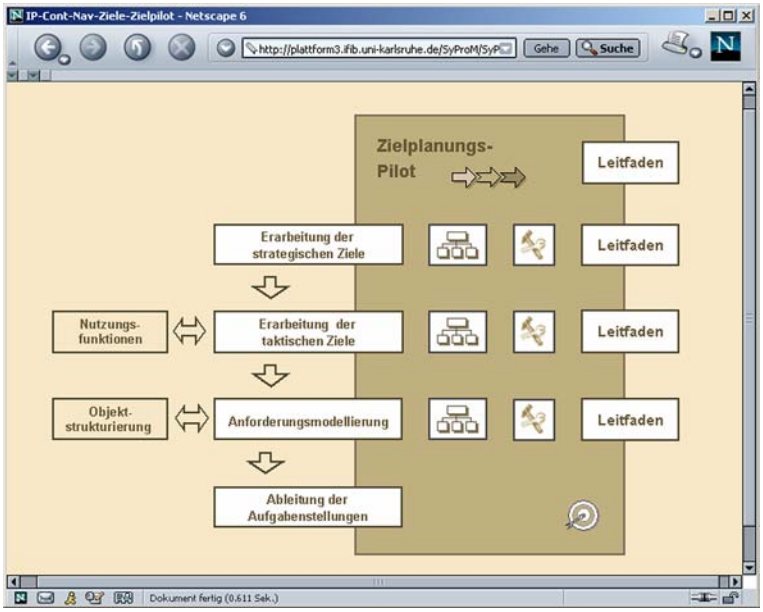


Abbildung 5.4-10: Benutzungsoberfläche des Zielplanungspiloten

Leitfaden zur Zielplanung

Der Leitfaden erläutert die verschiedenen Vorgehensschritte der Zielplanung, gibt entsprechende Tipps und Hinweise und beschreibt den Einsatz von Methoden und assistierenden Werkzeugen. Die in den Leitfäden aufgezeigte Vorgehensweise nimmt auf das in Kapitel 4.3.4 beschriebene Vorgehen zur Zielplanung bezug.

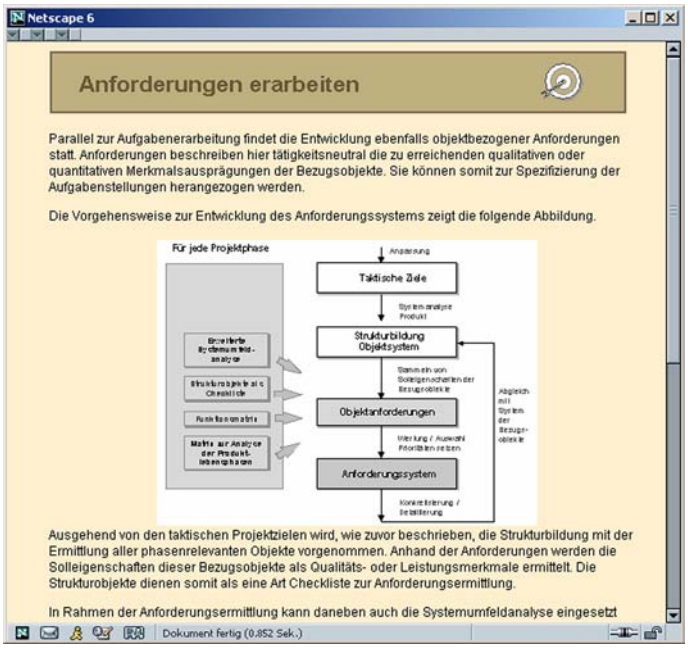


Abbildung 5.4-11: Leitfaden mit Erläuterung zur Anforderungsmodellierung

Werkzeuge und Methoden

Im Bereich Werkzeuge und Methoden wird für jeden Schritt der Zugriff auf assistierende Hilfsmittel und Methoden ermöglicht, welche die Planer bei der Durchführung der Schritte anwenden können. Die folgende Abbildung 5.4-12 zeigt ein Beispiel für den Schritt der Anforderungsmodellierung.

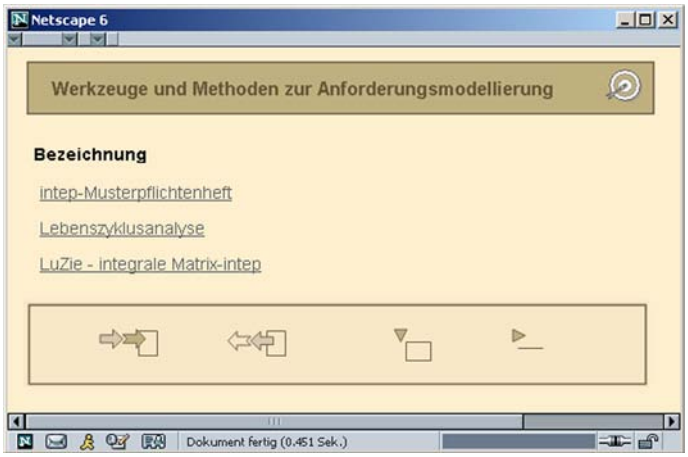


Abbildung 5.4-12: Werkzeuge für die Anforderungsmodellierung

Unter anderem sind hier die im Leitfaden beschriebenen Methoden enthalten. Wie in Kapitel 5.4.8.1 beschrieben, werden neben der Erläuterung der Methoden auch Anwendungsbeispiele und verschiedene Hilfsmittel zur Durchführung, wie z.B. Formulare bereitgestellt. Im Zielplanungspilot wird sodann eine Sicht auf die Elemente des Moduls „Werkzeuge + Methoden“ angezeigt, die auf den Anwendungskontext des jeweiligen Vorgehensschrittes passen.

Visualisierung der thematischen Struktur als Checkliste

Ein wichtiger Punkt bei der Zielplanung ist die Berücksichtigung und die Analyse eines möglichst breiten Themenspektrums, um alle für das Projekt relevanten Zielaspekte zu erfassen. Als ein weiteres Hilfsmittel zur Gewährleistung einer thematischen Vollständigkeit werden daher themenbezogene Checklisten bereitgestellt. Zur besseren Vermittlung der strukturellen Zusammenhänge wurden die Themenkomplexe entsprechend visualisiert und ermöglichen als interaktive Checklisten eine übersichtliche Navigation. Folgende Themenstrukturen werden zur Unterstützung der Zielplanung bereitgestellt:

- **Aspekte der Nachhaltigkeit zur Spezifikation der strategischen Ziele**
  Die strategischen Ziele beschreiben das Wertesystem der Umgebungssysteme. Zur Gewährleistung einer nachhaltigen Planung sollten den betroffenen Gruppen, wie z.B. Bauherr oder Nutzer alle nachhaltigkeitsrelevanten Aspekte [vgl. BrSi04] in ihrem Zusammenhang aufgezeigt werden, so dass ein fundiertes Abwägen bezüglich der subjektiven Wertigkeit stattfinden kann. Die Nachhaltigkeitsaspekte gliedern sich dabei in die Unterpunkte Ökologie, Ökonomie und Soziales (vgl. Abbildung 4.3-44).

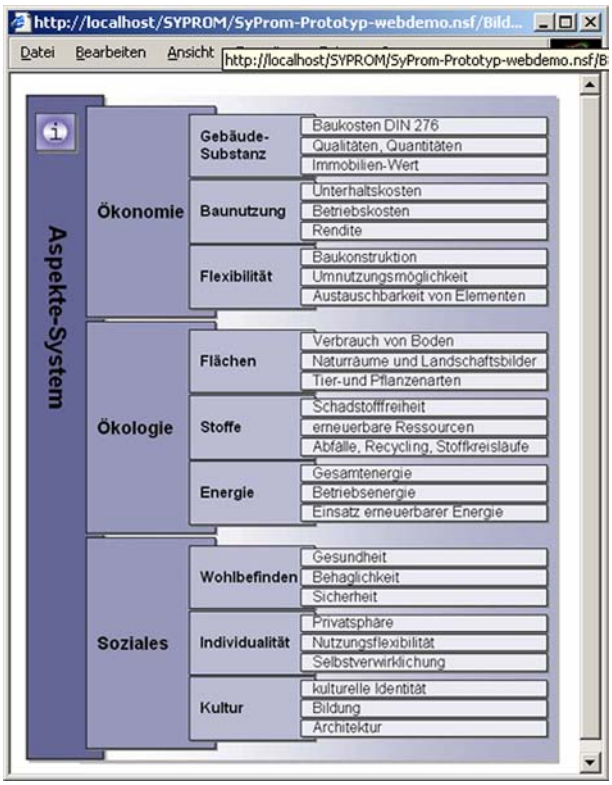


Abbildung 5.4-13: Nachhaltigkeitsaspekte als interaktive Auswahlliste

- **Nutzungsfunktionen nach DIN 277 zur Spezifikation der taktischen Ziele**
  Die taktischen Ziele beschreiben den Zweck und Nutzen des Objektes für die betroffenen Gruppen. Da sich der angestrebte Nutzen aus der Ermöglichung bestimmter Nutzungsfunktionen ableiten lässt, stellen Überlegungen bezüglich der relevanten Nutzungsfunktionen, also der Funktionen, die der Nutzer mit dem bzw. im Objekt ausüben möchte, einen grund-

legenden Schritt zur Spezifizierung der taktischen Ziele dar. Die DIN 277 [DIN 277] stellt hierzu einen für den Baubereich verbreiteten Standard dar.

- **Elementtypen nach DIN 267 zur Spezifikation der Anforderungen**
  Anforderungen beschreiben Leistungs- und Qualitätsmerkmale konkreter Bezugsobjekte. Im Falle der Objektplanung ist dies das Planungsobjekt mit seinen Komponenten. Als Hilfestellung zur Spezifizierung der Anforderungen wird die Objektstruktur abgebildet und die Auswahl bestimmter Elementtypen in Analogie zur Elementgliederung der DIN 276 [DIN 276] auf drei Konkretisierungsebenen ermöglicht.

Wählt man einen Themenbereich aus, so wird zu diesem automatisiert ein Ziel- bzw. ein Anforderungsdokument erstellt, das über die in Abschnitt 5.4.2.2 erläuterte Elementmaske noch weiter spezifiziert werden kann. Zur besseren inhaltlichen Einordnung des Zielelementes wird der hier gewählte Punkt in der Checkliste automatisch zur thematischen Klassifizierung des Elementes (vgl. Kapitel 4.3.3.5) genutzt.

5.4.2.3.2 Ziel- und anforderungsorientierte Bewertung

Die ziel- und anforderungsorientierte Bewertung der Planungsergebnisse erfolgt, wie in Kapitel 4.3.3.6 ausführlich beschrieben, im Rahmen aufgabenbezogener Bewertungsprozesse. Die Initiierung des teambezogenen Bewertungsprozesses ist an den Status des zugehörigen Rahmenprozesses (vgl. Modul zum Prozessmanagement in Kapitel 5.4.4) gebunden. Um diesen Rahmenprozess freigeben zu können, werden folgende Vorgehensschritte durchlaufen.

1. Zusammenstellung und Aufbereitung der für den Bewertungsprozess relevanten Informationen (Planungslösungen und Sollwerte).
2. Bewertungsprozess mit der Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Werten
3. Entscheidungsfindung über das weitere Planungsvorgehen auf Grundlage der Bewertungsergebnisse

Zur **Unterstützung dieses Bewertungsprozesses** wird ein separates Modul angeboten, welches neben der Bereitstellung der bewertungsrelevanten Informationen zudem ein sogenanntes **Bewertungsdokument** sowie Entscheidungsmechanismen bereitstellt. Die folgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche des Bewertungswerkzeuges.

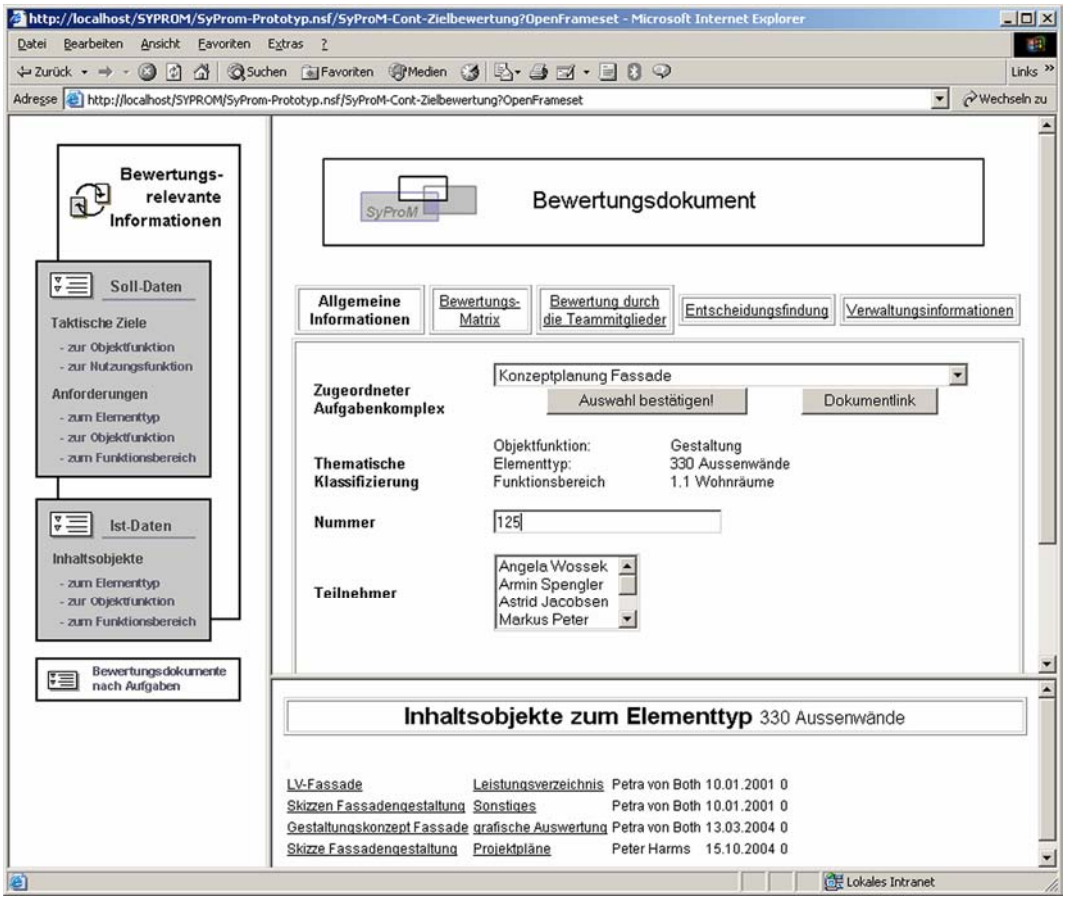


Abbildung 5.4-14: Benutzeroberfläche des Hilfsmittels zur Zielbewertung

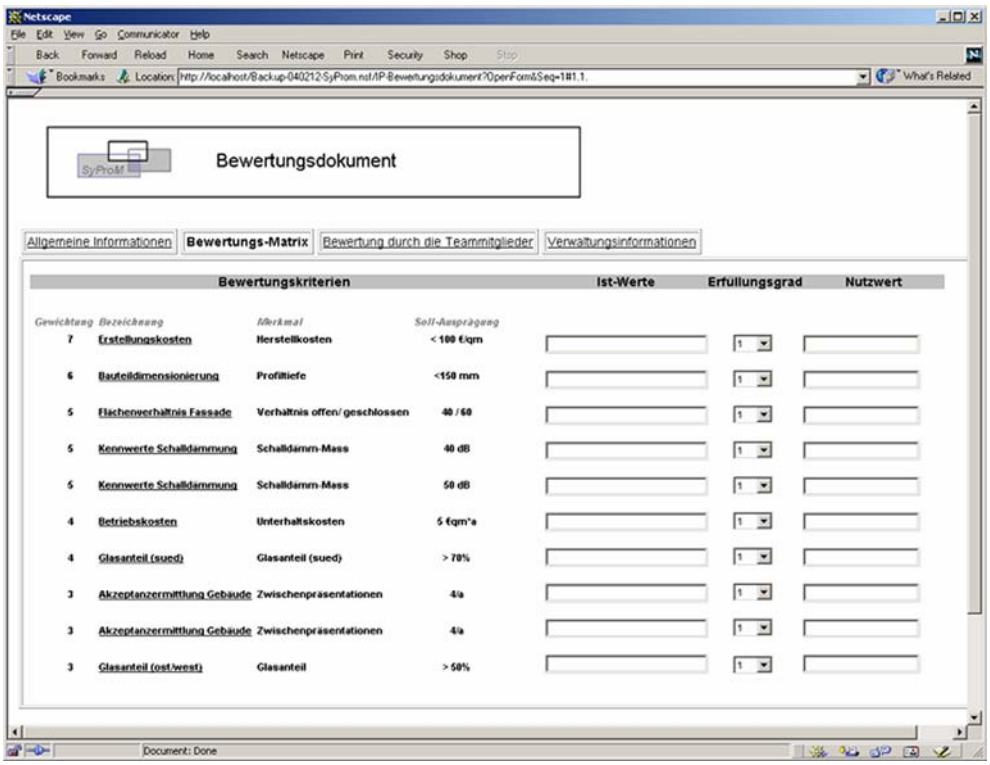
Das Modul zur Zielbewertung kann zudem aus dem Kontext der zum Prozess gehörigen Aufgabenstellung (vgl. Aufgabenkomplex im Modul Aufgabenmanagement) heraus aufgerufen. Dieses Aufgabendokument beschreibt die eigentliche Aufgabenstellung und spezifiziert zudem anhand einer entsprechenden thematischen Klassifizierung den inhaltlichen Problemkontext. Diese thematische Klassifizierung wird dazu genutzt, um über postkoordinative Zugriffsmechanismen diejenigen Planungsergebnisse und Soll-Werte zu selektieren, die für diesen thematischen Bewertungskontext relevant sind. Diese Informationen werden in verschiedenen Ansichten entsprechend aufbereitet (vgl. Abbildung 5.4-14). Zur Navigation zwischen den verschiedenen Informationen dient ein Menü im linken Bildschirmbereich. Hiermit kann eine ausreichende **Informationsbasis als Bewertungsgrundlage** geschaffen werden, so dass sich alle Teammitglieder ein ausreichendes Bild von der Bewertungssituation und dem Problemkontext machen können.

Der eigentliche Bewertungsprozess wird über ein sogenanntes **Bewertungsdokument** unterstützt, welches später als Grundlage der Entscheidungsfindung herangezogen wird. Die folgende Abbildung 5.4-15 zeigt die Benutzeroberfläche eines solchen Bewertungsdokumentes. In einer sogenannten **Bewertungsmatrix** werden die relevanten Anforderungen als Bewertungskriterien aufgelistet. Die einzelnen problemrelevanten Bewertungskriterien (Sammlung der Objektanforderungen mit Soll-Merkmalen) werden hier mit entsprechender Gewichtung abgebildet,

so dass ein objektiveres Abwägen und Bewerten in Hinblick auf eine optimale Gesamtlösung ermöglicht wird. Diesen Kriterien können die aus den Planungslösungen anhand der Validierungsverfahren gewonnenen Ist-Werte der Bezugsobjekte (Ist-Ausprägungen der in den Kriterien geforderten Soll-Merkmale) gegenübergestellt werden. Diese Ist-Werte können zur besseren Handhabung wie in Abschnitt 5.4.7 beschrieben mit den zugehörigen Bezugsobjekten im Sinne eines vereinfachten Objektdatenmodells verwaltet werden. Der Erfüllungsgrad der Anforderung kann durch die Ist-Werte anhand eines ansteigenden Skalensystems von eins bis zehn bewertet werden. In Anlehnung an die in Abschnitt 4.3.4.6.2 beschriebene Nutzwertanalyse errechnet sich der jeweilige Nutzwert eines Ist-Wertes aus dem Produkt dieses Erfüllungsgrades und der jeweiligen Gewichtung des Bewertungskriteriums.

Unter dem Menüpunkt „**Bewertung durch die Teammitglieder**“ können die einzelnen Teammitglieder zudem eine persönliche Beurteilung in textueller Form sowie einen Entscheidungsvorschlag abgeben, welcher bei der folgenden Entscheidung als zusätzliche Diskussionsgrundlage dient. Der hierauf aufbauende Entscheidungsprozess wird unter dem Menüpunkt **Entscheidungsfindung** unterstützt. Dabei werden folgende, in Kapitel 4.5.3.2 beschriebene Entscheidungspfade angeboten:

- Freigabe des zugehörigen Prozesses, falls die Ergebnisse den Zielsetzungen entsprechen und als weitere Bearbeitungsgrundlage dienen können
- Überarbeitung der Planungsergebnisse im Rahmen eines Iterationszyklus
- Anpassung der Zielsetzungen und Anforderungen zur Lösung von Zielkonflikten



Gewichtung	Bezeichnung	Merkmal	Soll-Ausprägung	Ist-Werte	Erfüllungsgrad	Nutzwert
7	Erstellungskosten	Herstellkosten	< 100 €/qm		1	
6	Bauteildimensionierung	Profiltiefe	<150 mm		1	
5	Flächenverhältnis Fassade	Verhältnis offen/ geschlossen	40 / 60		1	
5	Kennwerte Schalldämmung	Schalldämm-Mass	40 dB		1	
5	Kennwerte Schalldämmung	Schalldämm-Mass	50 dB		1	
4	Betriebskosten	Unterhaltskosten	5 €/qm*a		1	
4	Glasanteil (sued)	Glasanteil (sued)	> 70%		1	
3	Akzeptanzermittlung Gebäude	Zwischenpräsentationen	4/a		1	
3	Akzeptanzermittlung Gebäude	Zwischenpräsentationen	4/a		1	
3	Glasanteil (ost/west)	Glasanteil	> 50%		1	

Abbildung 5.4-15: Bewertungsdokument mit Bewertungsmatrix

Zur kooperativen Entscheidungsfindung werden die von den Teammitgliedern gemachten Entscheidungsvorschläge in gesammelter Form aufbereitet. Die letztendliche Entscheidungsbefugnis über die Freigabe der Aufgabenstellung und damit des Rahmenprozesses obliegt aus Gründen der Koordination der Projektmanagementrolle „inhaltliche Koordination“. Die eigentliche Entscheidung mit der Wahl einer Entscheidungsalternative dient als Ereignis zur Initiierung eines automatisierten prozessbezogenen Statuswechsels. Zur Dokumentation der getroffenen Entscheidung und der ihr zugrundeliegenden Bewertung kann aus dem Dokument des zugehörigen Aufgabenkomplexes heraus über eine entsprechende Dokumentreferenz auf das betroffene Bewertungsdokument zugegriffen werden, im Rahmen dessen die Zielerfüllung bewertet wurde.

5.4.2.3.3 Funktionalitäten zum Zielkonfliktmanagement

Als Ergänzung zur Erfassung der inhaltlichen Wechselwirkungen durch eine Merkmalsüberlappung bezüglich der beschriebenen thematischen Klassifikation wird es in diesem Modul ermöglicht, offensichtliche planungsrelevante Wechselwirkungen zwischen Zielen oder Anforderungen explizit zu erfassen und so den Planern transparent zu machen. Um die Qualität der Wechselwirkung entsprechend erfassen zu können, werden die Ziel- und Anforderungskonflikte als eigenständige Informationsobjekte verwaltet, die entsprechende Referenzen auf die verknüpften Ziele oder Anforderungen enthalten. Bezugnehmend auf Kapitel 4.3.3.5.2 kann so die Qualität der Wechselwirkung verwaltet werden. Wie die folgende Abbildung 5.4-16 zeigt, werden die Konflikte dabei über die Attribute „Relationstyp“, „thematischer Kontext“, „Richtung“ sowie „Beeinflussungsgrad“ beschrieben.

Neben einem Verweis auf die betroffenen Anforderungen kann zusätzlich die Art der Wechselwirkung sowie deren Grad spezifizieren werden. Hierzu wurden verschiedene Konflikttypen erarbeitet, über welche sich diese konkreten Abhängigkeiten beschreiben lassen:

- Konkurrenz (gegenseitige Hemmung)
- Komplementarität (gegenseitige Verstärkung)
- Antinomie (Ausschluss)

Durch Angabe der Beeinflussungsrichtung kann zwischen symmetrischen und asymmetrischen Relationen unterschieden werden. Der Grad der Beeinflussung zweier Anforderungen lässt sich qualitativ beschreiben. Besteht ein mathematisch beschreibbarer Zusammenhang, so kann dieser über die Beeinflussungsfunktion erfasst werden. Ein einfaches Beispiel für eine solche Beeinflussungsfunktion ist der Zusammenhang von Gebäudevolumen zu dessen Höhe über die Funktion V=H*L*B.

Die thematische Beschreibung des Konfliktkontextes erfolgt durch einen Verweis auf das betroffene Bezugsobjekte, bezüglich dessen der Konflikt besteht. Zudem erfolgt die Angabe der konfliktrelevanten Merkmals- bzw. Zustandsklassen über eine Zuordnung zu sogenannte Systemgrößen (vgl. Abschnitt 4.2.3.1.1). Durch Angabe der Lebenszyklusphase, in welcher sich der

Konflikt auswirkt, wie z.B. bei der Erstellung des Objektes oder beim Betrieb, kann eine vertikale Integration erreicht werden.

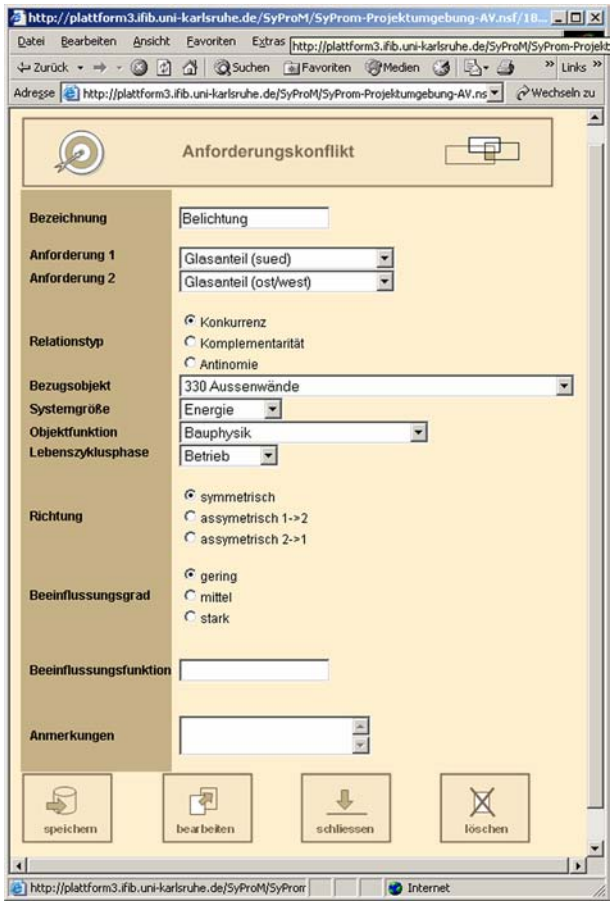


Abbildung 5.4-16: Anforderungskonflikt mit Attributen

Erfassung und Handhabung von Zielkonflikten

Zur Erfassung und Handhabung der Zielkonflikte im Planungsprozess ist ein spezielles Modul vorgesehen. Die folgende Abbildung 5.4-17zeigt dessen Benutzungsoberfläche.

Eine Auflistung aller Konfliktdokumente, kategorisiert nach den Zielen oder Anforderungen, zu denen Konflikte bestehen, gibt eine einfache Übersicht über die bestehenden Wechselwirkungen. Wichtige Größen, wie Relationstyp, Grad und Richtung sind dabei direkt aus den Ansichten zu entnehmen. Im Rahmen des Zielkonfliktmanagements ist es zudem wichtig zu wissen, bezüglich welcher **Themenkomplexe** inhaltliche Konflikte bestehen. Daher generiert das System zum einen dynamische Ansichten aller Objektkomponenten, welche die Bezugsobjekte bestehender Konflikte darstellen. Auch konfliktbeladene funktionale Zusammenhänge, wie Statik oder Wärmetransmission, werden aufgezeigt. Zudem wird den Nutzern transparenz gemacht, bezüglich welcher System- bzw. Flussgrößen als Merkmalsklassen Konflikte bestehen, wie z.B. finanzielle Konflikte.

Sind Ziel- und Anforderungskonflikte nicht auf planerischen Wege durch Konzeptanpassung zu lösen, so sind auf Seite der inhaltlichen Koordination Anpassungen hinsichtlich der Prioritäten einzelner Ziele oder hinsichtlich der spezifizierten Soll-Werte zu machen. Unterstützt wird dieser Vorgang durch eine übersichtliche Aufbereitung der konfligierenden Ziele hinsichtlich der ihnen zugewiesen **Prioritäten**. Hier wird zudem ein direkter Zugang zu den betreffenden Ziel- und Anforderungsdokumenten geschaffen, an denen die notwendigen Anpassungen von den hierzu autorisierten Personen (Inhaber der Projektmanagementrolle „Inhaltliche Koordination“) vorgenommen werden können. Die Koordination dieses Anpassungsvorganges erfolgt durch einen Wechsel eines Freigabestatus von „freigegeben“ auf „in Überarbeitung“.

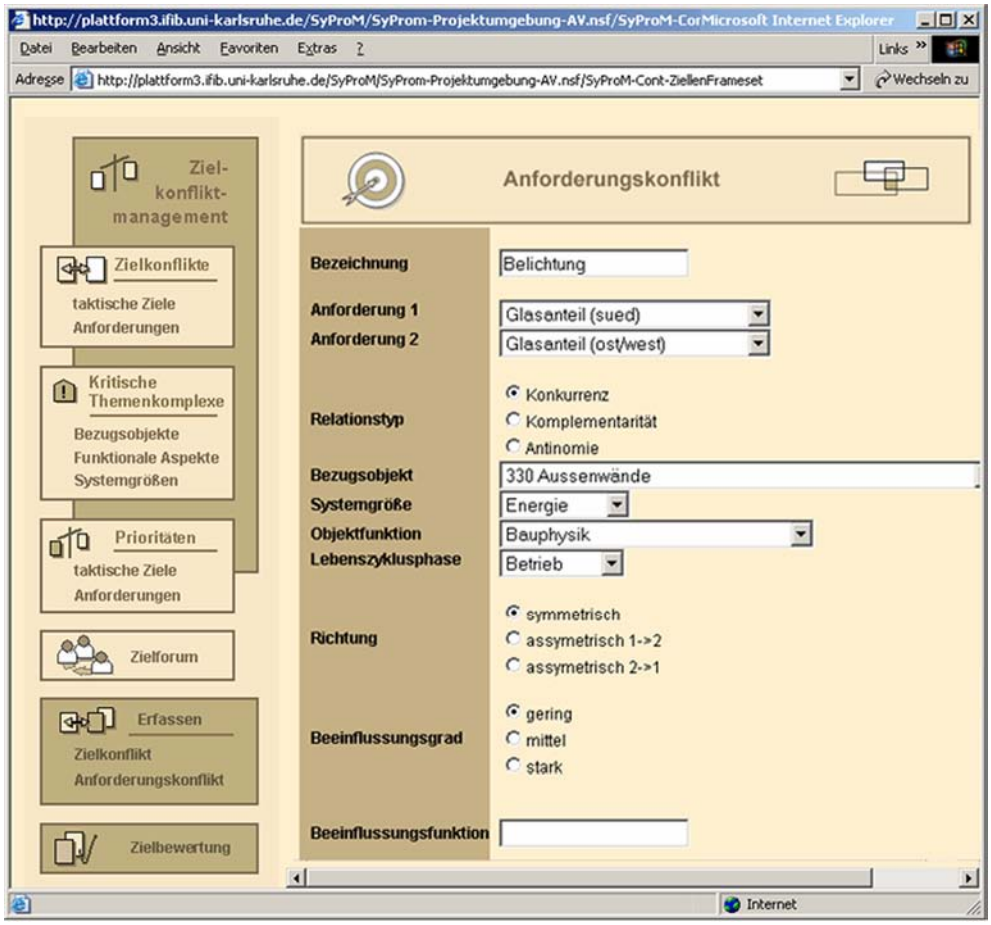


Abbildung 5.4-17: Modul zum Zielkonfliktmanagement

Unterstützung bei der Anpassung von Zielsetzungen gibt zudem die Einbindung von Einschätzungen der Planer. Wird ein inhaltlicher Konflikt im Rahmen der Aufgabenbearbeitung offensichtlich, so kann der Aufgabenbearbeiter im Anforderungsdokument entsprechende Anmerkungen über diesen Sachverhalt und Probleme bei der Anforderungserfüllung vermerken. Der direkte Zugriff auf das **Zielforum**, welches zur Diskussion zielbezogener Problemstellungen dient, stellt hier eine weitere Hilfestellung dar.

5.4.2.3.4 Zielforum

Unter dem Menüpunkt „Zielforum“ wird eine Diskussionsdatenbank angeboten, die einen themen- und zielbezogenen Austausch unterstützt und den am Zielplanungsprozess Beteiligten die Möglichkeit bietet, zu den Ziel- und Anforderungsvorschlägen entsprechende Stellungnahmen und Hinweise einzubringen.

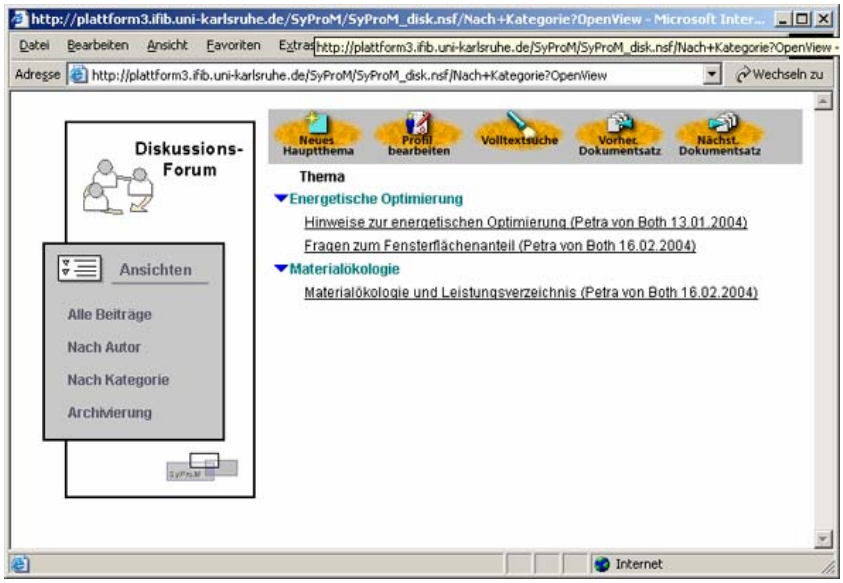


Abbildung 5.4-18: Zielforum

Diese Vorschläge und Kommentare dienen als Grundlage zur Diskussion innerhalb des Managementteams. Die letztendliche Entscheidungsbefugnis obliegt der Projektmanagementrolle „Inhaltliche Koordination“ (vgl. Abschnitt 4.4.3.3). Diese entscheidet über die Freigabe der Ziele und Anforderungen für Nutzung im Rahmen der eigentlichen Objektplanung.

5.4.3 Modul zum Aufgabenmanagement

In diesem Modul findet das **Management der Planungsinhalte und Aufgaben** statt, die bezugsnehmend auf die in Kapitel 4.3.3.4 beschriebenen Konzepte auf zwei Ebenen stattverwaltet werden:

- Auf der koordinativen Projektebene werden durch sogenannte **Operative Planungspakete** (OPP) rein ergebnisbezogene Sollzustände als Handlungsziele spezifiziert.
- Auf tätigkeitsbezogener Aufgabenebene werden die eigentlichen funktionsorientierten Tätigkeiten zur Transformation konkreter Bezugsobjekte aus diesen Planungspaketen abgeleitet. Die Elemente dieser Ebene sind der teambezogene **Aufgabenkomplex** sowie das daraus abgeleitete **Arbeitspaket**.

Dieses System der Planungsinhalte und Aufgaben stellt einen Teil des Ziel- und Aufgabensystems dar. Es wird aufgrund der besseren Übersicht und Handhabung allerdings in diesem separaten Modul verwaltet.

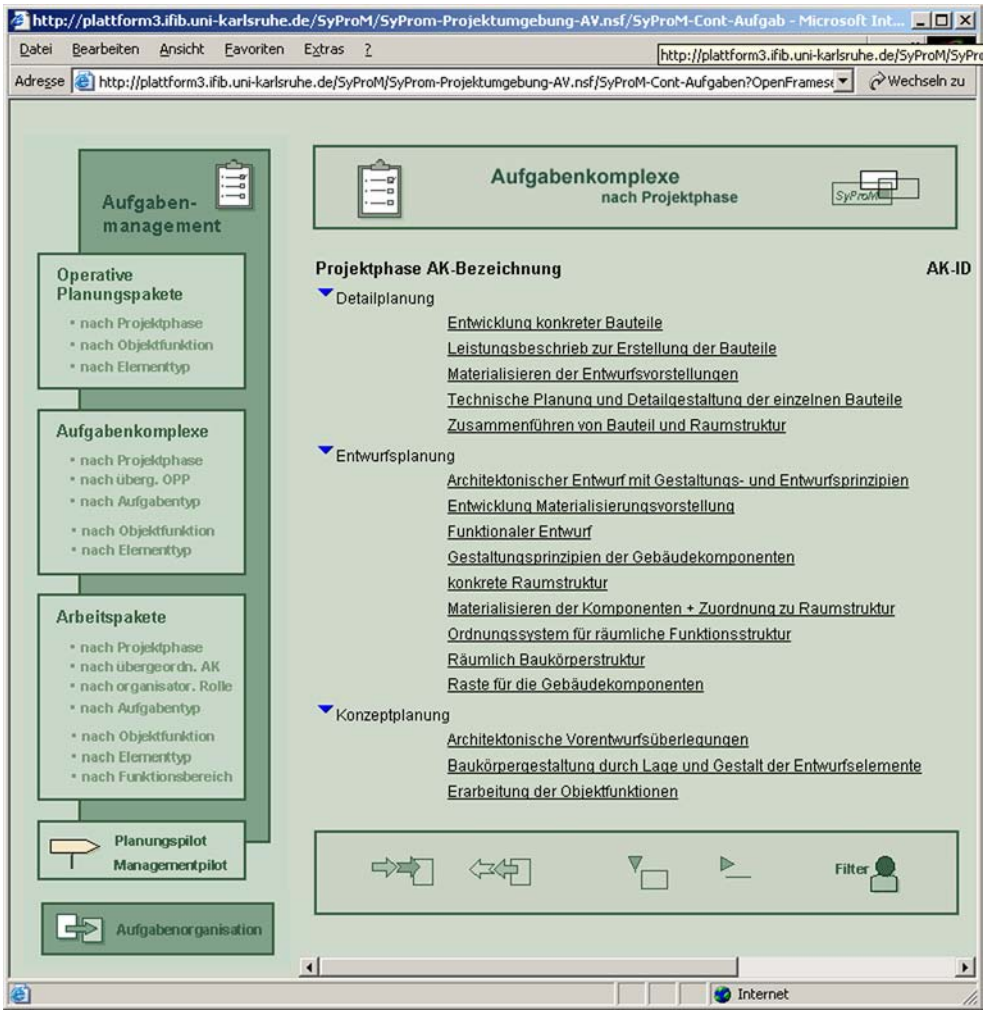


Abbildung 5.4-19: Benutzeroberfläche des Moduls zum Aufgabenmanagement

Das Modul gliedert sich ebenfalls in eine Nutzungs- und eine Organisationsebene. Auf der Nutzungsebene wird der Zugriff auf die personen- und teambezogene Aufgabenstellungen ermöglicht, die sowohl die Objektplanung als auch das Projektmanagement umfassen. Die spezifizierten Aufgabenstellungen werden den Planern dabei über **strukturelle, thematische und organisatorische Sichten** aufbereitet, so dass ein effizienter Zugriff auf die benötigten Aufgabenstellungen möglich wird. Strukturbezogene Sichten ermöglichen einen Zugriff über die hierarchische Aufgabenstruktur und nehmen Bezug zur Phasengliederung des Projektes. Die Kategorisierung der Aufgaben nach organisatorischen Rollen ermöglicht eine Zuordnung zu den jeweiligen Fach- und Managementrollen und den hiermit betrauten Personen. Themenbezogene Sichten ermöglichen eine objektbezogene Gliederung der Planungsaufgaben, sodass ersichtlich wird, welche Aufgaben zu welchen Gebäudekomponenten gehören. Zudem wird eine Einteilung nach funktionalen Konzepten, wie z.B. Klimatisierung oder Belichtung, ermöglicht,

um funktionale Zusammenhänge aufzudecken. Auch eine Gliederung nach räumlichen Funktionsbereichen wird zur Verfügung gestellt. Eine Gliederung nach Aufgabentyp und Projektfunktionen ermöglicht die übersichtliche Aufbereitung der Aufgabenstellungen nach den verschiedenen Funktionen der Objektplanung und des Projektmanagements. Ergänzend hierzu ermöglicht die Bereitstellung rollenbezogener Filter die Generierung **persönlicher „To-Do-Listen“.**

Über die Menüpunkte „**Planungspilot**“ und „**Managementpilot**“ wird eine spezielle Sicht auf die im Rahmen der Vorgehensmodelle zur Objektplanung und zum Projektmanagement beschriebenen Aufgabenstellungen bereitgestellt (vgl. Kapitel 5.4.8.4). Unter dem Menüpunkt „**Aufgabenorganisation**“ wird den hierzu berechtigten Personen (Inhaber der Projektmanagementrolle „Inhalliche Koordination“) der Zugang zu Organisationsebene des Moduls ermöglicht.

5.4.3.1 Organisationsebene

In Analogie zum Modul „Ziele und Anforderungen“ findet in der Organisationsebene des Aufgabenmanagements die Entwicklung und Organisation der projektrelevanten Aufgaben und Planungsinhalte statt, bevor sie als verbindliche Aufgabenstellungen für die Planer freigegeben werden. Das Aufgabenmanagement stellt ebenfalls einen Teilbereich der „inhaltlichen Koordination“ des Projektes dar und wird durch das Managementteam „Inhaltliche Koordination“ (IK) übernommen. Der Zugang zur Organisationsebene dieses Moduls ist daher auf die Inhaber dieser organisatorischen Rollen beschränkt.

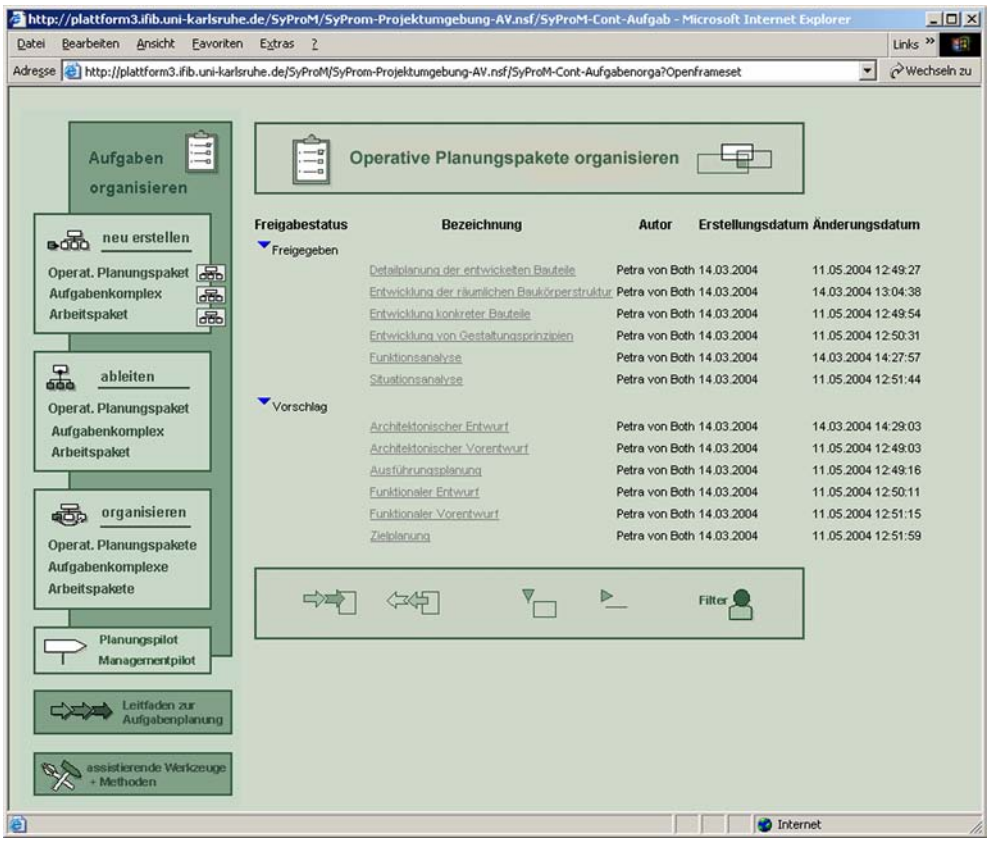


Abbildung 5.4-20: Organisationsebene zum Aufgabenmanagement

Im Rahmen des Aufgabenmanagements können, wie in Abbildung 4.2-20 ersichtlich, zum einen neue Planungspakete und Aufgaben als Vorschläge erstellt werden oder unter Zugriff auf die Aufgabenhierarchie aus dem jeweils übergeordneten Element abgeleitet werden. Die Neuerstellung der Aufgaben wird über interaktive Checklisten (vgl. Abschnitt 5.4.2.3.1) erleichtert. Der Prozess der Aufgabenentwicklung wird zudem durch die Bereitstellung entsprechender Freigabemechanismen unterstützt. Unter dem Menüpunkt „organisieren“ werden hierzu entsprechende statusbezogene Sichten auf die Elemente angeboten. Mit der Freigabe der Aufgaben erfolgt die Übergabe in die Nutzungsebene des Moduls.

5.4.3.2 Verwaltung der Elemente

Für jedes Element des Moduls wird eine spezifische Elementmaske bereitgestellt, mittels derer die Erstellung und das Editieren der Elementdaten unterstützt wird.

Das Arbeitspaket

Das Arbeitspaket dient zur Beschreibung der eigentlichen Aufgabenstellungen bzw. Tätigkeiten, welche im Rahmen des Projektmanagement und der Objektplanung von den einzelnen Projektbeteiligten auszuführen sind. Die Aufgabenstellungen werden mit verschiedenen Zusatzinformationen verwaltet, die eine inhaltliche Spezifizierung und Einordnung der Problemstellung ermöglicht sowie notwendige Verwaltungsinformationen zur Aufgabenkoordination bereitstellt.

Die Elementmaske „Arbeitspaket“ (siehe Abbildung 5.4-21) beinhaltet hierzu neben der Verwaltung allgemeiner Angaben, eine Beschreibung der Aufgabenstellung, Strukturinformation, Daten zur Aufgabenkoordination, eine Bereitstellung von aufgabenrelevanten Informationen und Ergebnissen sowie Verwaltungsinformationen. Das Editieren dieser Elementdaten wird durch die Bereitstellung dynamisch generierter Auswahllisten, die Übernahme von Vorgabewerten, eine teilautomatisierte Berechnung von Attributwerten und grafikbasierten Auswahlmenüs und Checklisten entsprechend erleichtert.Auf die verschiedenen Attributkategorien wird im weiteren kurz eingegangen: Die **allgemeinen Informationen** beinhalten neben der Bezeichnung des Arbeitspaketes eine Verwaltung des Aufgabentyps, womit zwischen Planungs- und Managementaufgaben unterschieden werden kann. Die Verwaltung von Prioritäten unterstützt bei der Koordination der Aufgabenbearbeitung. Die Spezifikation der eigentlichen tätigkeitsorientierten **Aufgabenstellung** erfolgt anhand einer textuellen Beschreibung, wobei die Eingabe durch Funktionalitäten zur Formatierung erleichtert wird (vgl. ebenfalls Abbildung 5.4-21). Die Aufgabeninhalte können mit ergänzenden Informationen als Dateianhang weiter detailliert werden. Als Beitrag zur Qualitätssicherung kann eine Nennung der zu benutzenden Werkzeuge und Methoden erfolgen, welche auf die Elemente des Werkzeugkastens (vgl. Abschnitt 5.4.8.1) referenzieren. Zudem kann die Art der Ergebnisdokumentation durch Angabe des Inhaltsobjekttyps (vgl. Modul zum Informationsmanagement in Kapitel 5.4.6) festgelegt werden.

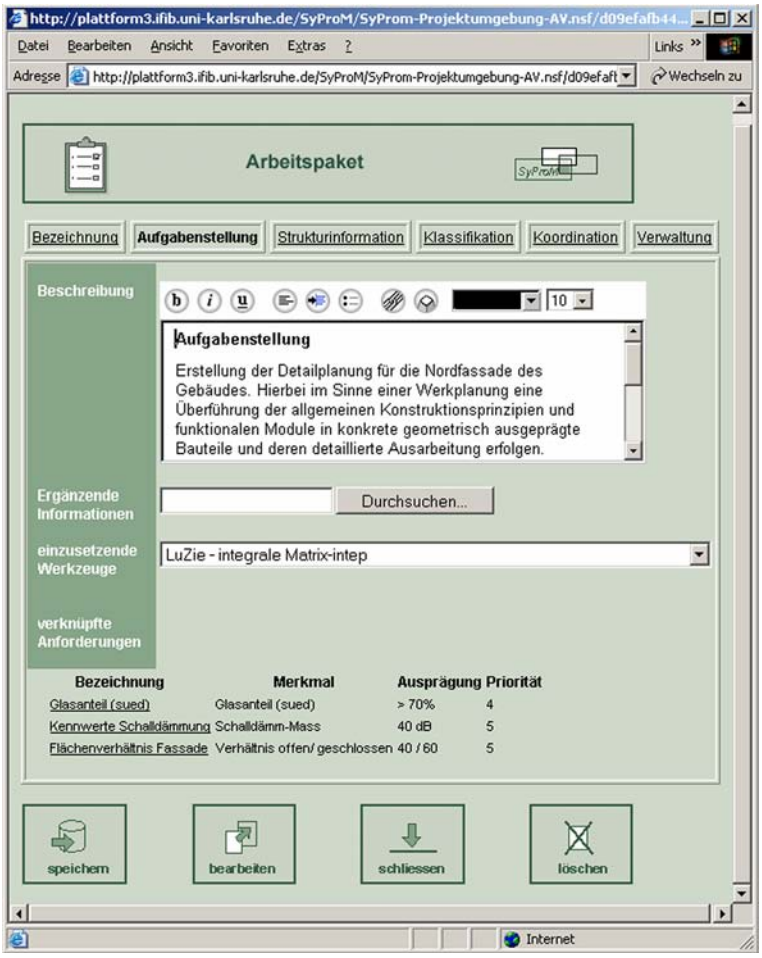


Abbildung 5.4-21: Aufgabendokument im Bearbeitungsmodus

Unter der Kategorie **Strukturinformation** findet eine Einordnung des Arbeitspaketes in die Aufgabenhierarchie statt. Hier ermöglichen „Dokumentlinks“ einen einfachen und schnellen Zugriff auf die verknüpften Elemente. Zudem wird eine Verwaltung inhaltlich vernetzter Arbeitspakete inklusive deren Vernetzungstyp unterstützt. Hier kann verwaltet werden, welche Aufgabenstellung die inhaltliche Grundlage für die aktuelle Aufgabe darstellen, welche Aufgaben auf den Ergebnissen der aktuellen Aufgabe aufbauen und welche Aufgaben aufgrund starker inhaltlicher Wechselwirkungen parallel zu bearbeiten sind. Automatisch generierte Auswahlmenüs unterstützten die Selektion der entsprechenden Aufgaben aus dem aktuellen Aufgabenpool des Projektes. Diese inhaltlichen Verknüpfungen dienen bei der Überführung der Aufgaben in Prozesse als Grundlage zur Bearbeitung der Ablauflogik.

Unter dem Menüpunkt **Klassifikation** werden die einzelnen Arbeitspakete thematisch klassifiziert, um eine Einordnung in den thematischen Planungskontext zu ermöglichen. Bezugnehmend auf das in Kapitel 4.2.2 beschriebene Klassifizierungskonzept wird in Analogie zum Element **Anforderung** eine Zuordnung entsprechender Strukturobjekte (vgl. Modul Strukturobjekte in Abschnitt 5.4.7) unterstützt. Das Objektsystem kann hier sowohl komponentenbezogen als auch räumlich beschrieben werden. Zudem ist eine funktionsbezogene Klassifizierung vorgesehen. Die Zuordnung zu den Strukturobjekten wird durch interaktive grafische Auswahlmenüs

unterstützt. Die folgende Abbildung 5.4-22 zeigt die Benutzeroberfläche zur thematischen Klassifizierung.

Anhand dieser thematisch-inhaltlichen Klassifizierung der Arbeitspakete werden über postkoordinative Zugriffsmechanismen dynamische Sichten auf die zu diesem thematischen Kontext gehörenden Anforderungen erzeugt. Auswahlkriterium für diese dynamische Ansicht ist eine Merkmalsüberlappung bezüglich der thematischen Klassifizierungskriterien. Hiermit können die Aufgabeninhalte und die damit verbundenen Qualitätsforderungen genauer beschrieben werden. Diese laufzeitbezogene Aufbereitung der relevanten Anforderungen aus dem aktuellen Bearbeitungskontext stellen einen wichtigen Punkt zur Qualitätssicherung dar. Über diese objektorientierte und somit aufgabenübergeordnete Zuordnung von Anforderungen können zudem funktionale und bauteil- oder raumbezogene Wechselwirkungen deutlich gemacht werden. Zudem dient diese Klassifizierung der Aufgabenstellungen als Grundlage zur Anbindung assistierender Werkzeuge bei der Überführung der Aufgaben in Planungsprozesse im Rahmen der Prozessmodellierung (vgl. Modul zum Prozessmanagement in Abschnitt 5.4.4). So wird z.B. eine Anfrage nach möglichen Prozessketten für bestimmte Aufgabenstellungen über diese Klassifizierung der Aufgabenstellung realisiert.

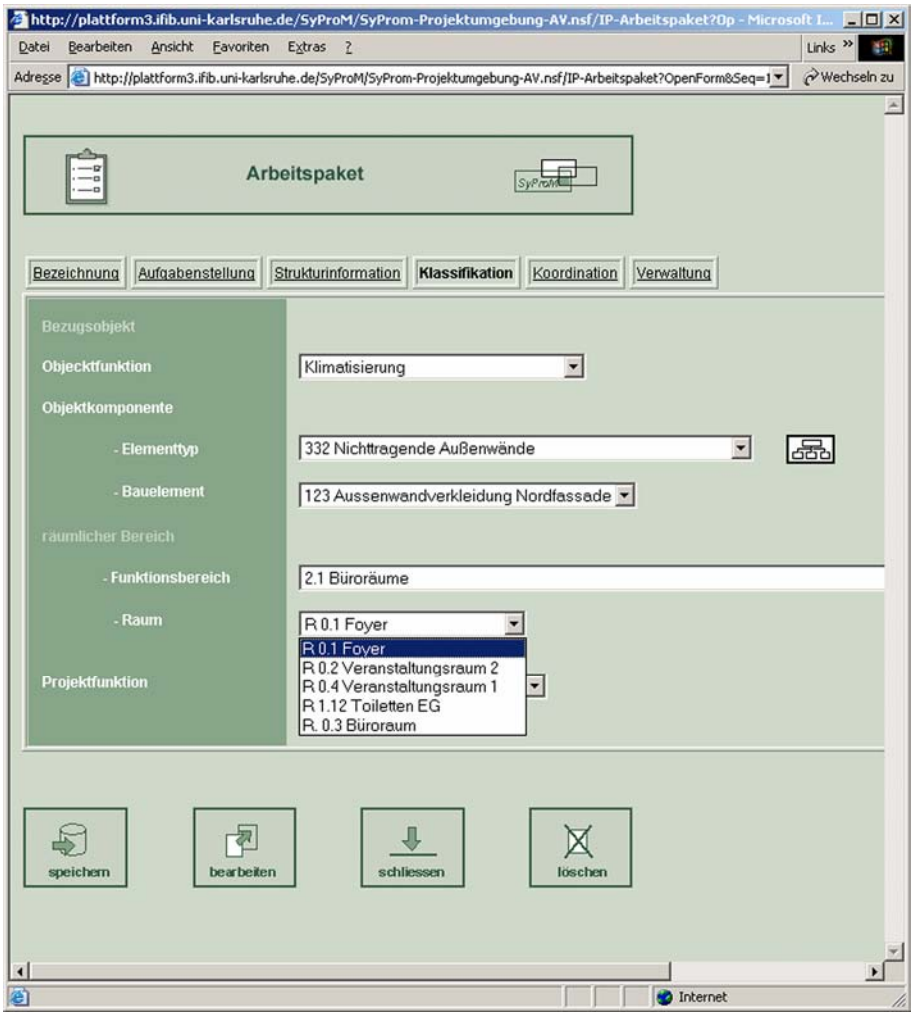


Abbildung 5.4-22: Klassifizierung des Arbeitspaketes

Unter dem Punkt **Informationen** wird ergänzend zum eigentlichen Modul des Informationsmanagements ein Zugriff auf alle aufgabenrelevanten Informationen möglich. Hierbei wird eine dynamische Ansicht auf alle Informationen generiert, die im Rahmen der Aufgabenbearbeitung zur Dokumentation der Aufgabenergebnisse erstellt wurden. Eine Verwaltung verschiedener Informationstypen (Informationsgrundlage, Hilfsinformation, Ergebnis) ermöglicht die Spezifikation des Erstellungs- und Nutzungskontextes und dient zur Einordnung der Informationen in den Vorgang der Aufgabenbearbeitung. Die Abbildung 5.4-23 zeigt die Benutzeroberfläche der aufgabenbezogenen Informationsverwaltung. Als weiterführendes Hilfsmittel zum Informationsmanagement wird die Anbindung eines webbasierten Werkzeuges zur Suche nach externen Informationen (vgl. Abschnitt 4.5.4.1 sowie [GrKl03]) aus dem Kontext der Aufgabenstellung heraus ermöglicht. Hier dient ebenfalls die thematische Klassifikation der Aufgabenstellung zur Generierung des Suchkontextes nach möglichen Aufgabenlösungen und sonstigen Hilfsinformationen, wie Produktdatenbeschreibungen, Webseiten etc..

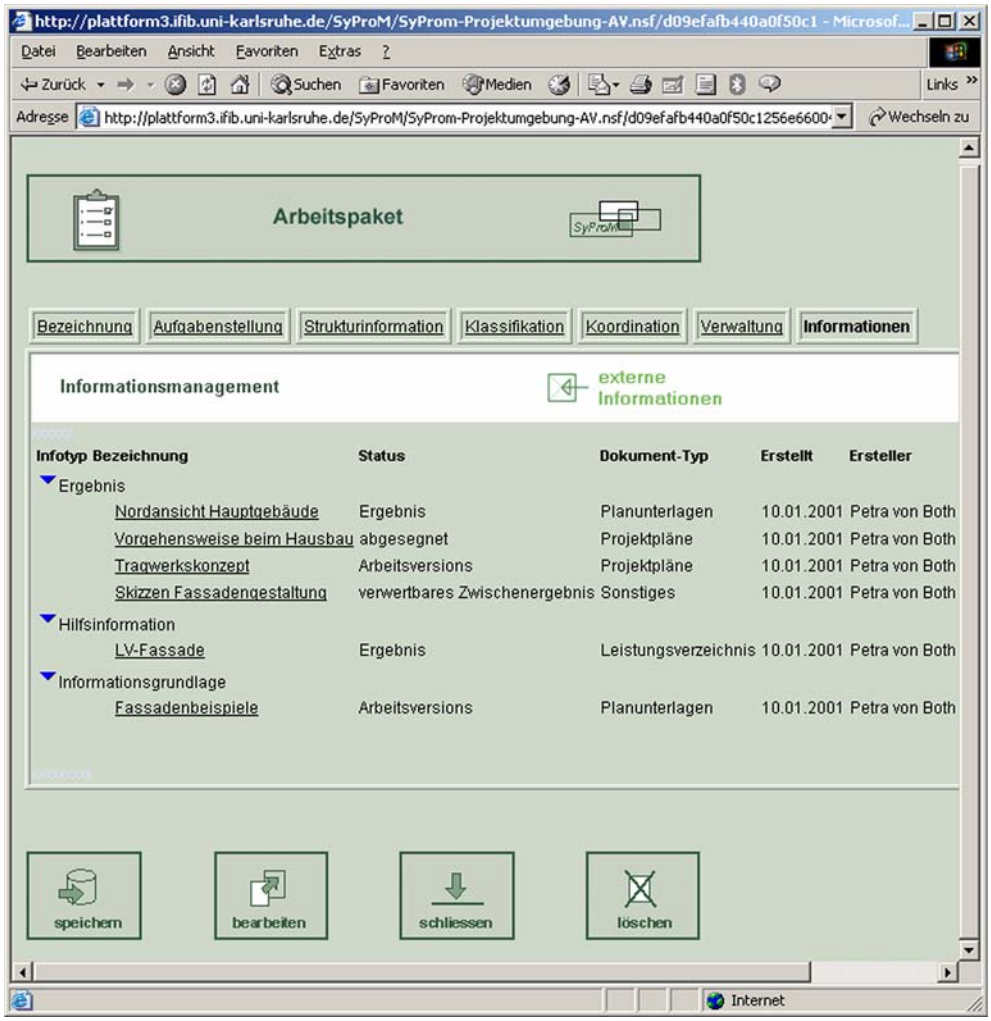


Abbildung 5.4-23: Aufgabenbezogene Informationsverwaltung

Der Aufgabenkomplex

Der Aufgabenkomplex beschreibt ebenfalls Aufgabenstellungen, allerdings auf übergeordneter Teamebene. Aus diesen werden innerhalb der Teams die einzelnen Arbeitspakete abgeleitet, deren Zusatzinformationen im wesentlichen den Attributen des Arbeitspaketes entsprechen. Auch hier erfolgt die Verwaltung der Zusatzinformationen, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich, unter den Attributkategorien „Bezeichnung“, „Aufgabenstellung“, „Strukturinformationen“, „thematische Klassifikation“, „Koordination“ und „Verwaltung“.

Der Bezug zum Prozessmodell wird hier allerdings über die Zuordnung von sogenannten **Rahmenprozessen** realisiert. Das Ableiten eines einzelnen Arbeitspaketes wird, wie in Abbildung 5.4-24 ersichtlich, direkt aus dem Aufgabenkomplex heraus unterstützt.

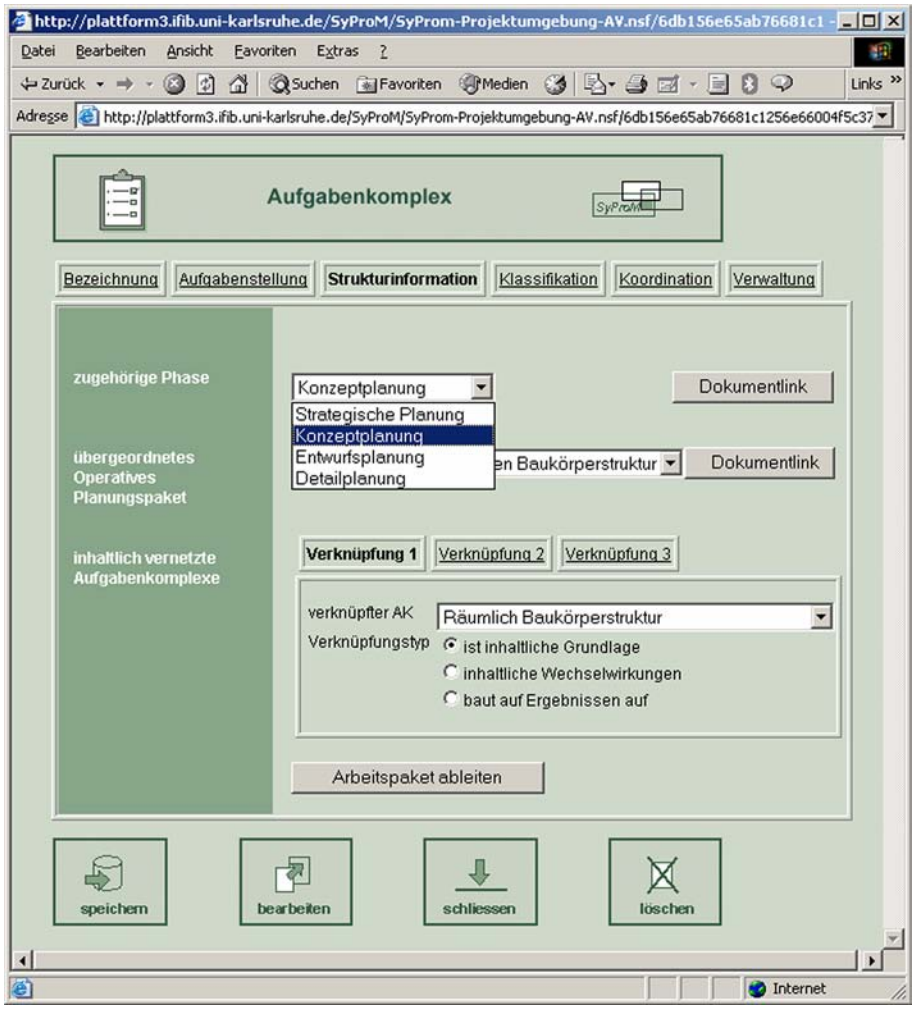


Abbildung 5.4-24: Elementmaske des Aufgabenkomplexes

Das operative Planungspaket

Beschreiben das Arbeitspaket und der Aufgabenkomplex die eigentlichen Tätigkeiten, so werden mit den **operativen Planungspaketen** (OPP) die übergeordneten Handlungsziele auf Ko-

ordinationsebene spezifiziert. Um auf dieser übergeordneten Ebene den Weg zur Zielereichung nicht verfrüht festzulegen, werden die OPP ergebnisorientiert formuliert. Er werden dabei gewisse Zustände beschrieben, die im Rahmen der Planung erreicht werden sollen, wie z.B. „Genehmigungsplanung ist fertiggestellt“. In der Elementmaske des OPP erfolgt neben der Verwaltung allgemeiner Informationen daher, wie folgende Abbildung zeigt, eine Beschreibung dieses Zielzustandes.

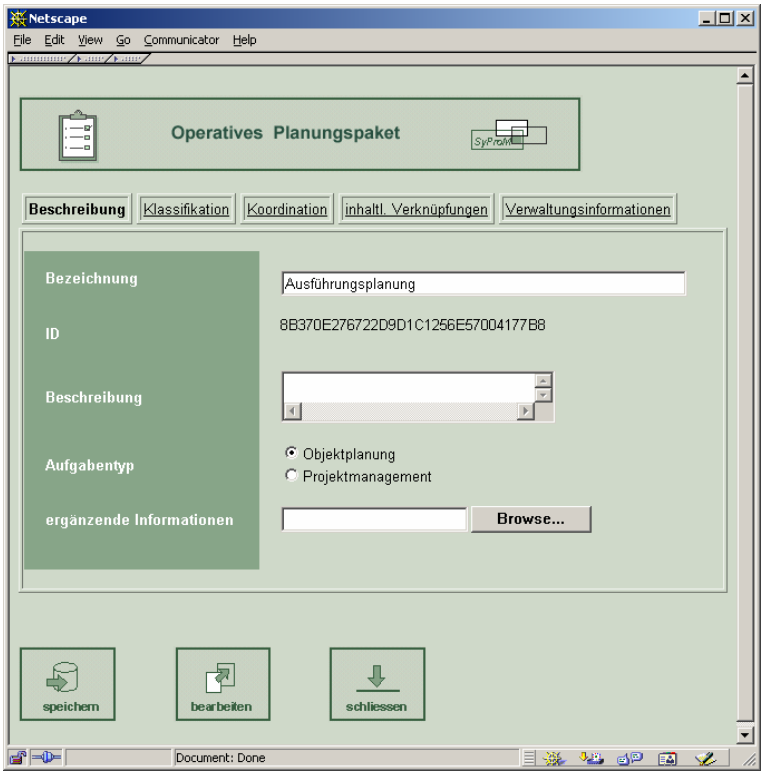


Abbildung 5.4-25: Operatives Planungspaket mit der Beschreibung des Zielzustandes

Neben einer thematischen **Klassifikation** zur Beschreibung des inhaltlichen Aufgabenkontextes werden die inhaltlichen **Verknüpfungen** des OPP, wie das übergeordnete taktische Ziel und die hierarchisch untergeordneten Aufgabenkomplexe, verwaltet. Die Ableitung von Aufgabenkomplexen wird dabei direkt aus dem Dokument heraus unterstützt. Zur zeitlichen Koordination können diesen OPPs im Abschnitt **Koordination** Meilensteine (vgl. Modul zum Prozessmanagement in Abschnitt 5.4.4) zugeordnet werden, welche den Zeitpunkt der Zielerreichung sowie die Zuständigkeiten klären.

5.4.3.3 Assistierende Funktionalitäten zum Aufgabenmanagement

Zur weiterführenden Unterstützung des Aufgabenmanagements werden verschiedene assistierende Funktionalitäten angeboten.

Leitfaden zur Aufgabenentwicklung

Der Leitfaden zur Aufgabenentwicklung unterstützt die Planer bei der phasenbezogenen Entwicklung von Planungsinhalten und Aufgabenstellungen. Neben textuellen Erläuterungen zu den einzelnen Vorgehensschritten beschreiben Grafiken die Zusammenhänge der Aufgabenentwicklung (vgl. Abbildung 5.4-26). Zudem erfolgt ein Verweis auf assistierende Werkzeuge und Methoden.

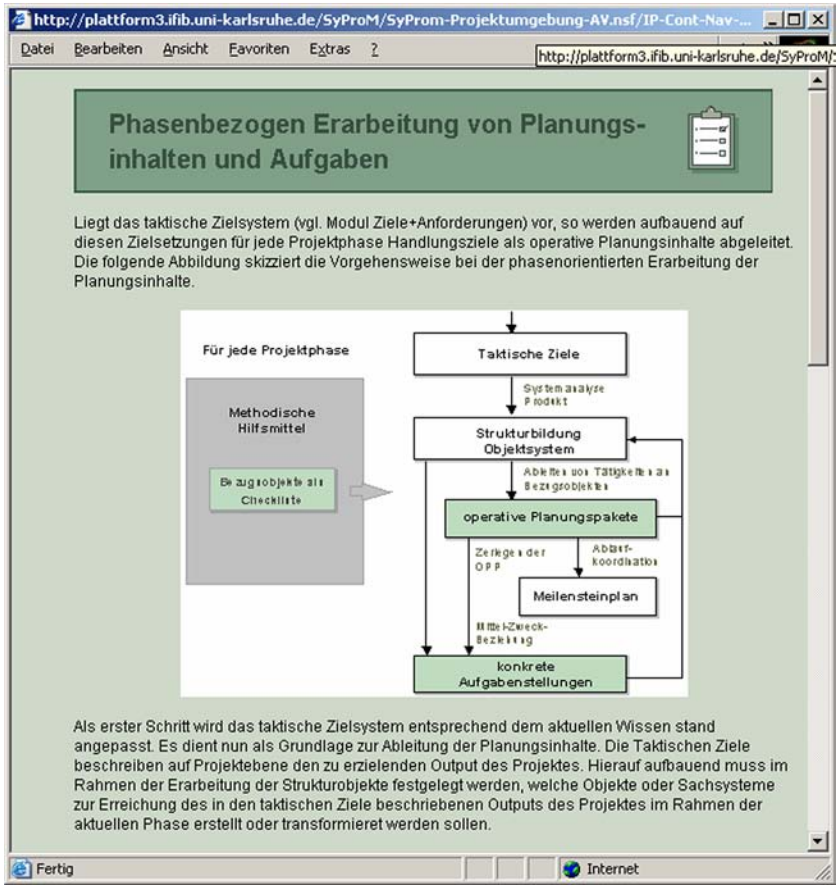


Abbildung 5.4-26: Leitfaden zur Aufgabenentwicklung

Werkzeuge und Methoden für die Aufgabenmodellierung

Die Entwicklung von Planungsinhalten und Aufgaben stellt hohe Anforderungen hinsichtlich der methodischen Kompetenzen. Die Bereitstellung von assistierenden Werkzeugen und Methoden zum Aufgabenmanagement soll hier entsprechende Hilfestellung bieten. Unter dem Menüpunkt „**Werkzeuge + Methoden**“ wird der effiziente Zugriff auf die Elemente des Moduls „Werkzeuge und Methoden“ ermöglicht, die für den Anwendungskontext des Aufgabenmanagements vorgesehen sind. So wird hier z.B. eine aufgabenbezogene „Checkliste“ mit beispielhaften Aufgabenbeschreibungen für den Bereich der nachhaltigen Planung angeboten, welche im Rahmen des Verbundprojektes LuZie [SiBo00] durch den Projektpartners intep GmbH entwickelt wurde [BrSi04].

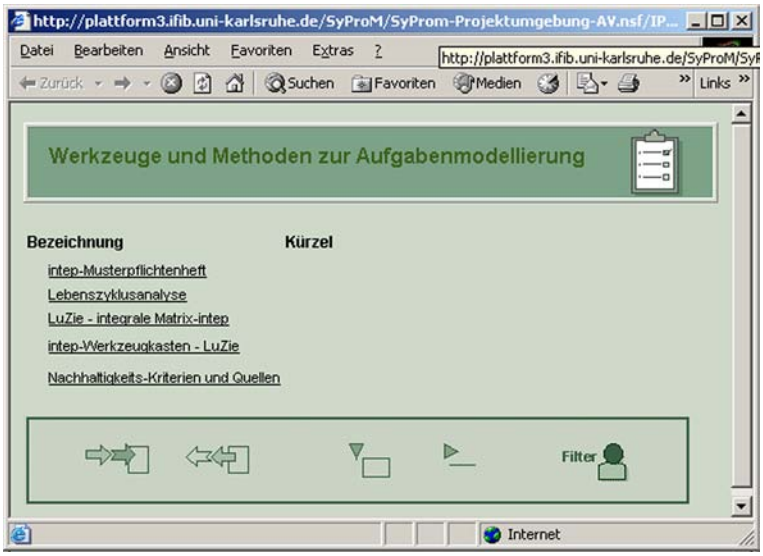


Abbildung 5.4-27: assistierende Werkzeuge zum Aufgabenmanagement

Vorgehenspiloten als Checkliste zur Aufgabenentwicklung

Die Vorgehenspiloten zur Objektplanung und zum Projektmanagement können ebenfalls als eine Art Checkliste herangezogen werden. Die in Kapitel 4.1.4 und 4.7 beschriebenen Vorgehensschritte sind dabei als standardisierte Aufgabenvorschläge im System bereits abgebildet und können so als Grundlage bei der projektspezifischen Erarbeitung der Projektinhalte herangezogen und entsprechend angepasst werden.

5.4.4 Modul zum Prozessmanagement

Im Modul **Prozessmanagement** findet ausgehend von der Überführung der Arbeitspakete und Aufgaben in eine Ablauflogik die Verwaltung der Prozesse auf Koordinations- und auf Detailebene statt. Eine Visualisierung der Prozesse über Balkenpläne bietet hierbei einen einfachen Überblick über die zu bearbeitenden Planungsprozesse (vgl. Abbildung 5.4-28). Neben einer Verwaltung aller prozessrelevanten Elemente wie Phasen, Meilensteine und Prozesse bietet das Modul zum dynamischen Prozessmanagement auch Unterstützung hinsichtlich einer teamorientierten Vorgehensweise bei der Erarbeitung und Anpassung der Prozesslogik (Organisationsebene). Zur Laufzeit unterstützen entsprechende Kommunikationsmechanismen, wie z.B. Benachrichtigungen bei Terminänderung, die Prozesskoordination.

Eine **Projektübersicht** bietet, wie in Abbildung 5.4-28 dargestellt, auf oberster Ebene eine grafische Aufarbeitung der Projektphasen über den gesamten Zeitraum des Vorhabens in Form eines Gantt-Diagramms. Sie repräsentiert die Gesamtzeitplanung des Projektes sowie den aktuellen terminlichen Stand. Zur besseren Koordination der einzelnen Phasen werden detaillierte **Phasenübersichten** angeboten. Diese zeigen, ebenfalls als Gantt-Diagramm, die jeweilige Phase mit ihren Meilensteinen und Rahmenprozessen und verdeutlichen über einer Zeitskala deren jeweilige Dauer und Abfolge.

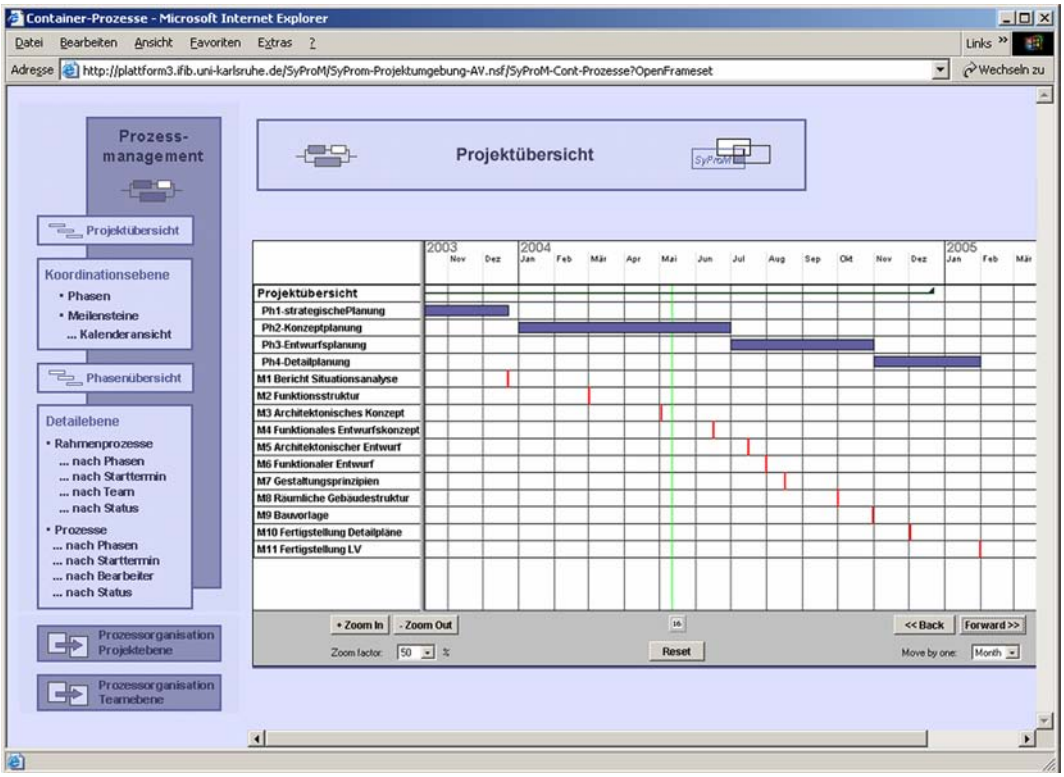


Abbildung 5.4-28: Modul zum Prozessmanagement

Eine zusätzliche listenbasierte Phasenansicht zeigt die einzelnen angelegten Phasendokumente mit ihren Eintragungen über ihren Identifizierungscode, Bezeichnung, Status, Typ, Start- und Endtermin und erlaubt den Zugriff auf die einzelnen Phasendokumente. Analog zur Phasenansicht wird zudem über eine entsprechende Ansicht der Zugriff auf die phasenorientiert verwalteten Meilensteine ermöglicht. Entsprechende Zusatzinformationen, wie Bezeichnung, Status, zuständige Person und Fertigstellungstermin können auch hier direkt aus der Ansicht entnommen werden. Um eine bessere zeitliche Zuordnung der Meilensteine zu ermöglichen, werden diese zusätzlich in einer Kalenderansicht visualisiert (siehe Abbildung 5.4-29).

Auf Detailebene werden die teambezogenen Rahmenprozesse und Prozesse in entsprechenden Ansichten analog zur Koordinationsebene mit ihren wichtigsten Informationen aufgelistet und lassen sich an dieser Stelle direkt öffnen. Diese Auflistung der Prozesse nach Starttermin, Bearbeitungsstatus und Zuständigkeit (vgl. Menüpunkte in Abbildung 5.4-29) ermöglicht einen schnellen Überblick über die laufenden Arbeiten und deren organisatorische Zuordnung. Die Bereitstellung personenbezogener Filter ermöglicht hier einen effektiven Zugriff auf die für den jeweiligen Nutzer relevanten Prozessdaten. Eine Anzeige der Prozesse nach Bearbeitungsstatus schafft Transparenz bezüglich des aktuellen Stands der Phase. Die laufzeitbezogene Koordination der Prozesse wird durch einen Notes-Agenten (vgl. Abschnitt 5.3) unterstützt, der bei Statuswechsel automatisiert eine Benachrichtigung an die für diesen Prozess verantwortliche Person versendet.

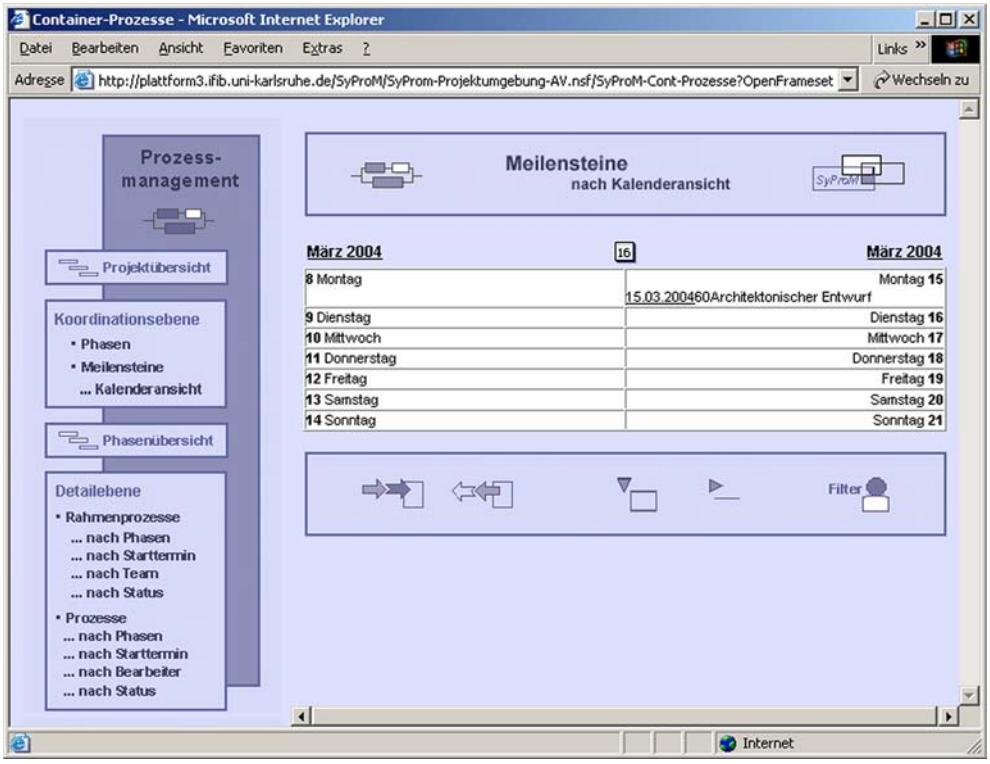


Abbildung 5.4-29: Kalenderansicht der Meilensteine

Zur Unterstützung des Managements sowie aus Gründen des Qualitätsmanagements sind die Prozesse der Projektplanung bzw. des Projektmanagements bezugnehmend auf das Vorgehensmodell in Kapitel 4.1.4 als Standard vorgeschlagen. Über den Menüpunkt Managementpilot kann auf dieses Vorgehensmodell zugegriffen werden. Hier sind die einzelnen Schritte zur Projektplanung in ihrer Ablauflogik dargestellt. Diese Schritte referenzieren auf die hierzu angelegten prozessbezogenen Aufgabenstellungen. Auf Seiten der Objektplanung bietet der in Abbildung 5.4-73 dargestellte Planungspilot eine übergeordnete Richtlinie zur Bewerkstelligung einer planungsmethodischen Vorgehensweise und hilft bei der Einordnung der eigenen Planungsleistungen in den Gesamtkontext.

Die Organisation der Planungsprozesse untergliedert sich aus Gründen der Übersichtlichkeit bezugnehmend auf die zweischichtige Konzeption des Prozessmodells in einen Bereich zur Organisation der Koordinationsebene sowie einen Bereich zur Organisation der Detailebene.

5.4.4.1 Organisationsebene

In der Organisationsebene findet die Modellierung der Elemente des Prozessmodells statt, bevor sie zur Nutzung im Planungskontext freigegeben werden sowie das laufzeitbezogene Prozesscontrolling. Der Zugang zur Organisationsebene wird bezugnehmend auf Abschnitt 5.2.4 (Zugangskonzept) rollenbezogen koordiniert. In dem in Kapitel 4.4.3.3 beschriebenen Managementkonzept wird für das Prozessmanagement eine spezielle organisatorische Rolle „Planung + Steuerung“ vorgesehen. Die Organisation der Prozesse auf Koordinationsebene erfolgt so

durch diese Projektmanagementrolle „PM-R-P+S“, die teaminterne Organisation innerhalb der Rahmenprozesse erfolgt auf der Detailebene durch die hierzu vorgesehenen Teammanagementrollen „TM-R-P+S“. Zur besseren Handhabung aufgrund unterschiedlicher Zuständigkeitsebenen erfolgt die Organisation der Koordinationsebene und der Detailebene jeweils über eine separate Benutzeroberfläche.

5.4.4.1.1 Organisation auf Koordinationsebene

Die Organisationsaufgaben dieser Koordinationsebene sind die Regelung der Planungsphasen sowie die Entwicklung und Betreuung der phasenbezogenen Meilensteinpläne. Durch diese übergeordneten Vorgaben können entsprechende Rahmenbedingungen für das Prozessmanagement auf Detailebene geschaffen werden.

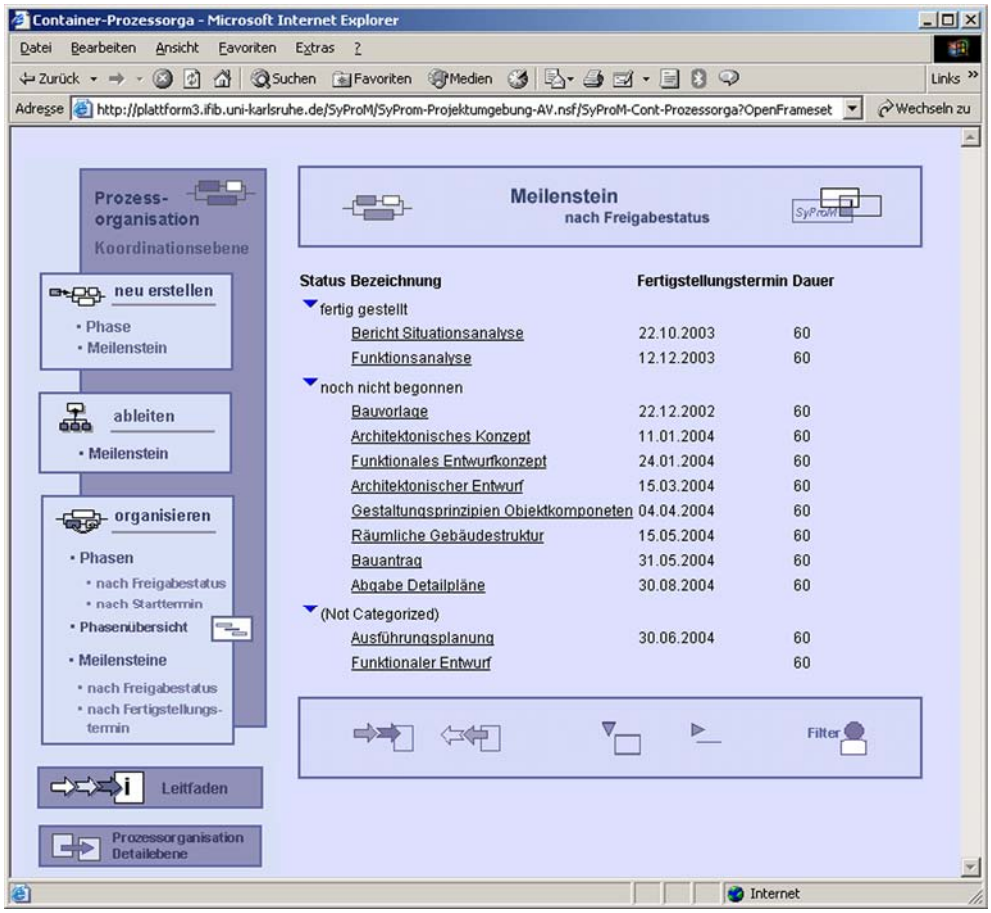


Abbildung 5.4-30: Benutzeroberfläche der Organistionsebene

Der Prototyp unterstützt das Managementteam durch verschiedenen Funktionalitäten zur Erstellung neuer Meilensteine und Phasendokumente. Zudem können Meilensteine direkt aus den zugehörigen operativen Planungspaketen (vgl. Modul zum Aufgabenmanagement in Abschnitt 5.4.3) abgeleitet werden, wobei entsprechende Strukturdaten automatisiert eingetragen werden. Bei der Organisation der vorhandenen Elemente erleichtert die Auflistung nach Freigabestatus

und Start- bzw. Fertigstellungsterminen die Handhabung der Elemente. Grafische Phasenübersichten (Gantt-Diagramme) ermöglichen einen schnellen Überblick und schaffen eine hohe Transparenz bezüglich des aktuellen Standes des Projektes.

Leitfaden zur Prozessorganisation auf Koordinationsebene

Der Prozess der Prozessmodellierung und -koordination mit der Erarbeitung der Phasenstruktur und der Erstellung des Meilensteinplanes wird durch einen assistierenden Leitfaden unterstützt (vgl. Abbildung 5.4-31). Die darin beschriebene Tätigkeiten beziehen sich auf die in Kapitel 4.3.4.3 erläuterten Vorgehensschritte.

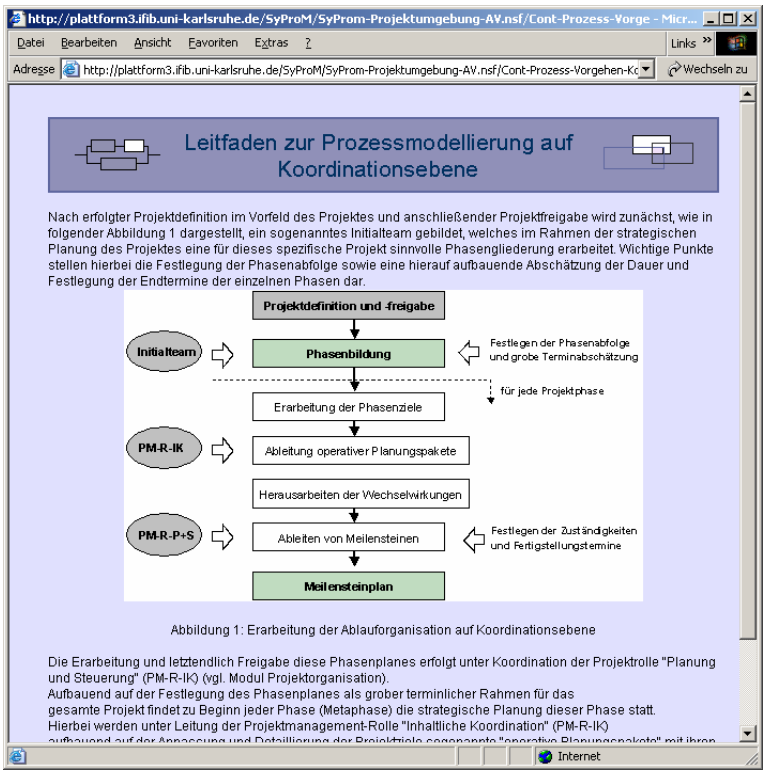


Abbildung 5.4-31: Leitfaden zum Prozessmanagement auf Koordinationsebene

5.4.4.1.2 Organisation auf Detailebene

Auf Detailebene findet die Ableitung der Rahmenprozesse und Prozesse aus den jeweiligen Planungsaufgaben, die Erarbeitung der Ablauflogik, die Klärung der Zuständigkeiten, die Optimierung und Terminkoordination sowie ein laufzeitbezogenes Controlling statt. Die Modellierung der Planungsprozesse wird, wie in Kapitel 4.4.3.3 beschrieben, durch das Managementteam „Planung + Steuerung“ ausgeführt. So kann gewährleistet werden, dass den verschiedenen Interessen und teambezogenen Rahmenbedingungen entsprechend Rechnung getragen wird. In Analogie zur Koordinationsebene werden, wie Abbildung 5.4-32 zeigt, entsprechende Modellierungsmethoden und Funktionalitäten zur Verfügung gestellt. Neben der **Erzeugung neuer**

Prozessdokumente unter dem Punkt „neu erstellen“ wird die Ableitung von Prozessen und Rahmenprozessen aus den phasenbezogenen Aufgabenstellungen unterstützt.

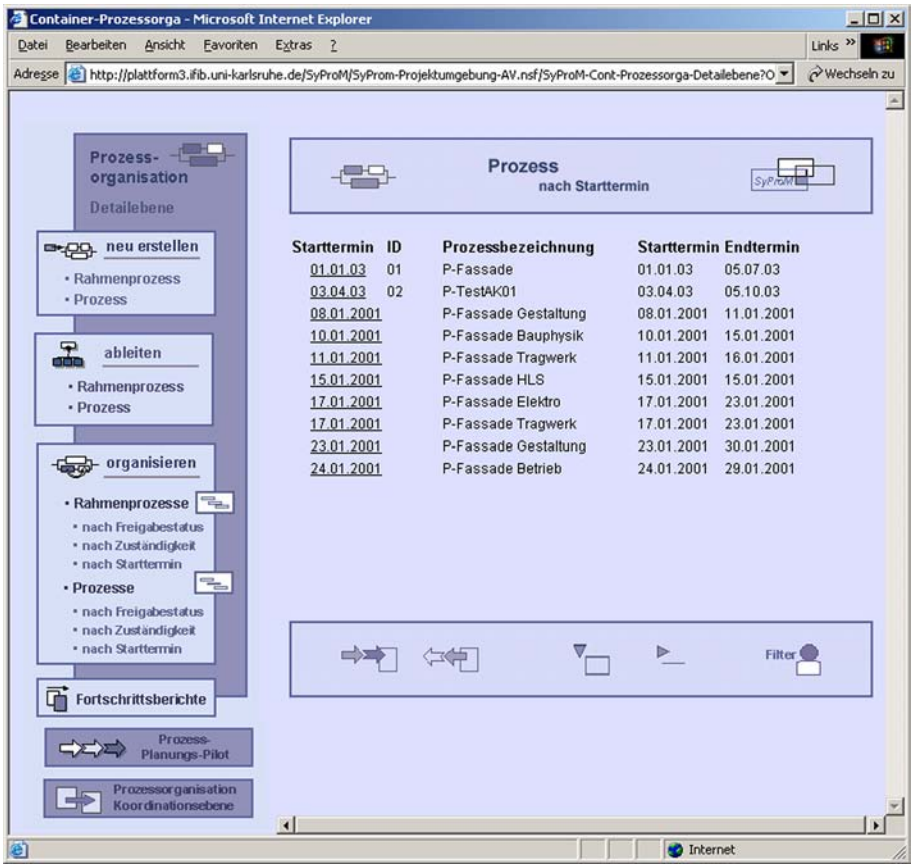


Abbildung 5.4-32: Benutzeroberfläche zur Organisation auf Detailebene

Die **Klärung der Zuständigkeiten** und das prozessbezogene Terminmanagement werden unter dem Punkt „organisieren“ unterstützt. Eine Kategorisierung der Prozesse nach **Freigabestatus** erleichtert den Vorgang der Prozessentwicklung und die Freigabe der Soll-Prozesse für die Nutzung im Rahmen der Objektplanung. Zudem gibt die Auflistung nach Freigabestati einen guten Überblick über den Stand der Prozessmodellierung für diese Phase. Eine grafische Aufbereitung der Prozessvorschläge dient der besseren Übersicht bei der Erarbeitung der einzelnen Anordnungsbeziehungen und beim Terminmanagement.

Unter dem Punkt **Fortschrittskontrollberichte** werden die zu den laufenden Prozessen erstellten Berichtsblätter aufgelistet, anhand derer ein prozessbegleitendes Controlling ermöglicht wird. Als **assistierende Hilfsmittel** bei der Entwicklung und Handhabung der Prozesse werden zudem verschiedene „Bausteine zum Prozessmanagement“ angeboten. Ein **Prozess-Planungs-Pilot** unterstützt die einzelnen Schritte zur Entwicklung der Prozessdaten und enthält Erläuterungen und Werkzeugreferenzen zu den einzelnen Vorgehensschritten.

5.4.4.2 Verwaltung der Elemente

Die Elemente des Prozessmodells werden als eigenständige Informationsobjekte gehandhabt, deren Eigenschaften anhand zugeordneter Attribute beschrieben werden. Die Attribute dienen neben der eigentlichen Beschreibung des Informationsinhaltes der besseren Einordnung und Koordination. So können über diese Attribute die ablauflogischen Beziehungen der Prozesselemente abgebildet werden. Angaben zu Start- bzw. Endterminen stellen eine wichtige Voraussetzung zum Terminmanagement dar. Über die Klärung der Prozessverantwortlichen bzw. Zuständigkeiten wird der Bezug zur Aufbauorganisation des Projektes (vgl. Modul Projektorganisation in Abschnitt 5.4.5) hergestellt. Auf die einzelnen Elemente und ihre spezifischen Attribute wird im folgenden eingegangen.

Die Projektphase

Die Verwaltung der Projektphasen erfolgt anhand der Attributkategorien „allgemeine Informationen“, „Verknüpfungen“, „Terminkoordination“ und „Phasenübersicht“. Zu den **allgemeinen Informationen** gehören Angaben zur Bezeichnung, die Verwaltung eines spezifischen Identifizierungscodes sowie die Angabe des aktuellen Bearbeitungsstatus. Unter dem Punkt **Verknüpfungen** werden die ablauflogischen Verknüpfungen zu anderen Phasen verwaltet und eine dynamisch generierte Sicht auf die zu dieser Phase gehörigen Meilensteine bereitgestellt.

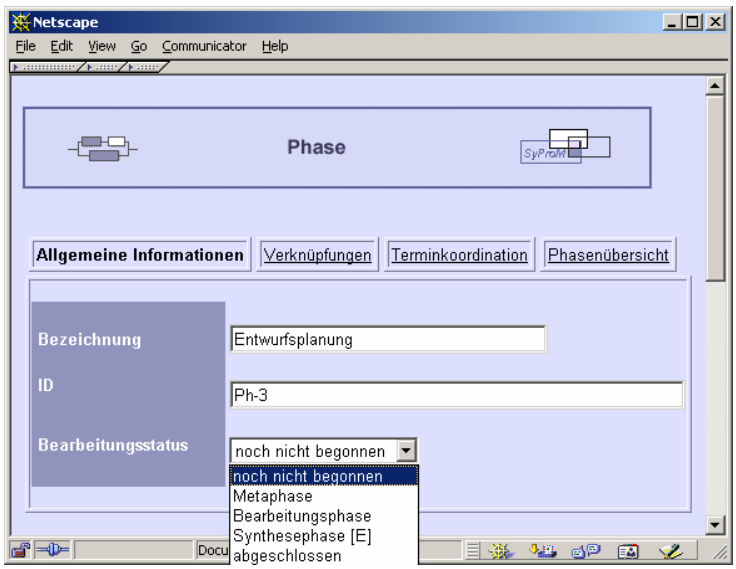


Abbildung 5.4-33: Elementmaske Projektphase

Die Abbildung 5.4-33 zeigt einen Bildschirmausschnitt eines Phasendokumentes. Zur Erleichterung der Prozessmodellierung wird die Ableitung phasenzugehöriger Rahmenprozesse aus dem Phasendokument heraus unterstützt. Eine zur Ansicht generierte Tabelle zeigt die vorhandenen untergeordneten Rahmenprozesse mit ihren wichtigsten Kenndaten. Die **Terminkoordination** auf Phasenebene wird durch die Bereitstellung der Start- und Endtermine sowie der Phasendauer unterstützt. Unter dem Menüpunkt **Phasenübersicht** wird ein Gantt-

Diagramm für diese Phase bereitgestellt, welches eine Visualisierung der Termindaten der Phase sowie der zugehörigen Meilensteine und Rahmenprozesse ermöglicht.

Der Meilenstein

Zur zeitlichen Koordination des Planungsprozesses auf Koordinationsebene werden aus den sogenannten **operativen Planungspaketen** (OPP) des Aufgabensystems (vgl. Kapitel 4.3.3.4) **Meilensteine** (M) abgeleitet, die als Meilensteinplan eine Übersicht über den Verlauf der Phase erlauben. Der einzelne Meilenstein beschreibt dabei einen Zielzustand, der im Projekt bzw. in der Phase zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht sein sollte. Hierzu wird zunächst, wie folgende Abbildung zeigt, eine Referenz auf das verknüpfte Planungspaket (OPP) bereitgestellt. Die Verwaltung des Fertigstellungsdatums sowie der Bearbeitungsstatus unterstützen die Projektkoordination.

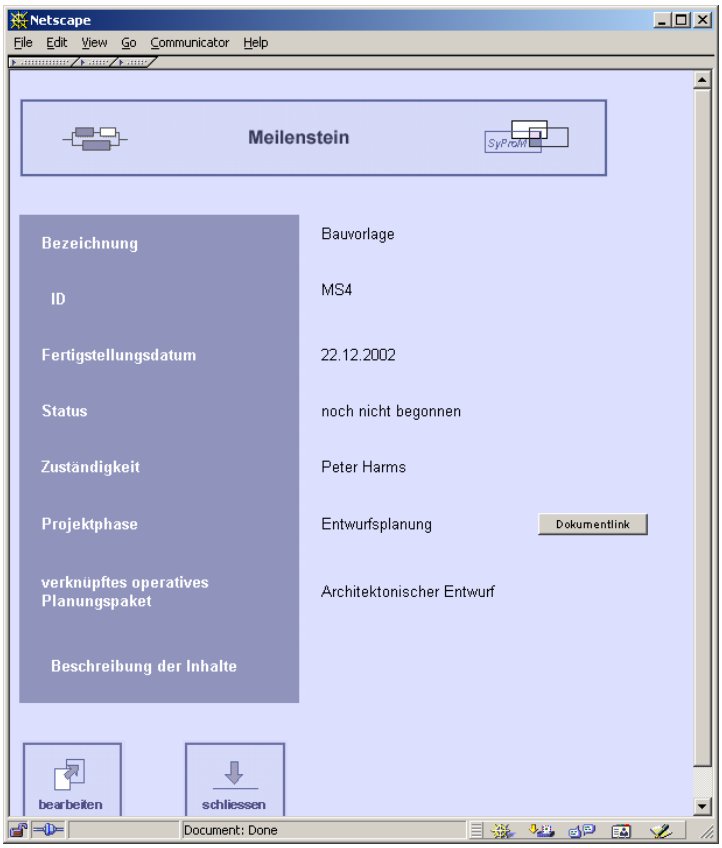


Abbildung 5.4-34: Elementmaske des Meilensteins

Der Prozess

Das Prozesselement dient zur laufzeitbezogenen Koordination der Aufgabenbearbeitung. Der aus dem Arbeitspaket abgeleitete Prozess beinhaltet so zum einen Angaben zur ablauflogischen Struktur der Prozessketten, klärt die Prozesszuständigkeit und enthält Informationen zum Terminmanagement und zur statusbezogenen Laufzeitkoordination.

Innerhalb des Prozessdokuments lassen sich, wie folgende Abbildung zeigt, die prozessspezifischen Daten über ein Editierformular neu eintragen oder bereits bestehende Werte editieren. Auswahlmenüs, grafische Aufarbeitung und Referenzen unterstützen hierbei gezielt die Eingabe durch den Nutzer. Anhand dieser Ausgestaltung der Oberflächen ist es möglich, die komplexen Inhalte und Zusammenhänge umfassend und strukturiert zu erfassen, wiederzugeben und handzuhaben. Durch die Bereitstellung unterschiedlicher rollenbezogener Zugriffsmodi (Bearbeitungs- und Lesemodus) und Filter kann eine effiziente Regelung der Zugriffsrechte innerhalb des Dokumentes realisiert werden. Die rollenbezogene Bereitstellung von Modellierungsfunktionen stellt eine weitere Voraussetzung zur Koordination der Bearbeitungsrechte dar.

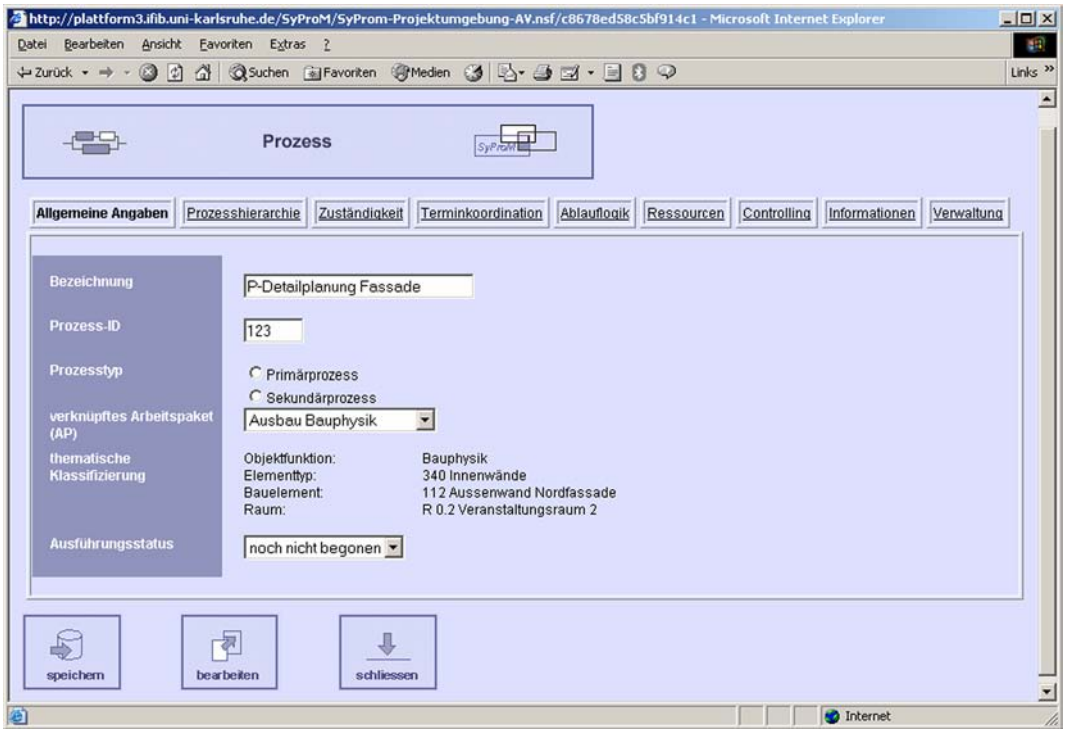


Abbildung 5.4-35: Elementmaske „Prozess“ im Bearbeitungsmodus

Die Elementmaske untergliedert sich in die Kategorien „Allgemeine Angaben“, „Prozesshierarchie“, „Zuständigkeit“, „Terminkoordination“, „Ablauflogik“, „Ressourcen“, „Controlling“ und „Informationen“: Unter den **allgemeinen Angaben** werden die Bezeichnung und der Identifizierungscode des Prozesses verwaltet. Das Attribut „Prozesstyp“ gibt Auskunft darüber, ob es sich um einen Primär- oder Sekundärprozess handelt. (vgl. Einteilung in Prozesstypen in Kapitel 4.5.2). Zudem erfolgt eine Referenz auf das verknüpfte Arbeitspaket, von welchem der Prozess abgeleitet wurde, sowie die Verwaltung des Ausführungsstatus. Die **Prozesshierarchie** beschreibt die strukturelle Einordnung des Elementes durch Zuordnung des übergeordneten Rahmenprozesses und der zugehörigen Projektphase. Die **Prozesszuständigkeit** wird bezugnehmend zu Kapitel 4.4.3.3 durch Zuordnung einer organisatorischen Rolle als Bearbeiter geregelt. Ergänzt wird dies durch die Zuweisung weiterer Zuständigkeitsebenen zur Regelung der Entscheidungsbefugnis sowie zur Beratung. Zudem können Personen in das prozessbezogene Informationsmanagement einbezogen werden, so dass sie über neu erstellte Informationen und

Prozessereignisse informiert werden. Die Eingabe wird hier, wie die folgende Abbildung zeigt, durch dynamisch generierte Auswahllisten unterstützt.

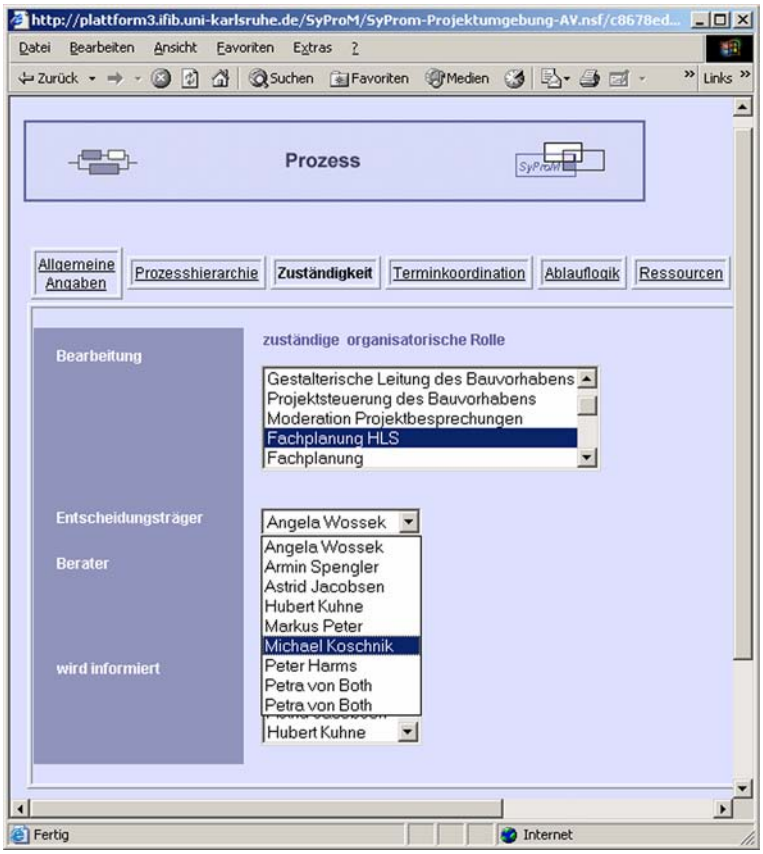


Abbildung 5.4-36: Prozessdokument mit der Verwaltung der Zuständigkeiten im Bearbeitungsmodus

Unter dem Menüpunkt **Terminkoordination** findet die Verwaltung der Start- und Endtermine sowie der Prozessdauer statt. Eine Schnittstelle zum Terminmanagement erlaubt es, den Starttermin des jeweiligen Prozesses in die persönliche Termindatenbank des zuständigen Bearbeiters (vgl. Abschnitt 5.4.9.3) einzutragen. Die Verwaltung der **Ablauflogik** (vgl. Abbildung 5.4-37) erfolgt bezugnehmend auf DIN 69901: „Projektmanagement und Ablaufplanung“ [DIN 69901] durch eine Referenzierung auf die verknüpften Prozesse (Identifizierungscode und Bezeichnung), der ablauflogischen Anordnungsbeziehung (Normalfolge, Anfangsfolge, Endfolge, Sprungfolge) und der eventuell vorhandenen Pufferzeit. Zudem wird ein direkter Zugang zu assistierenden Werkzeugen zur Prozessoptimierung ermöglicht sowie zu einer Wissensbasis, die problembezogen beispielhafte Prozessketten und Anordnungsvorschläge bereithält [vgl. GrKl03]. Die folgende Abbildung zeigt den entsprechenden Ausschnitt aus der Prozessmaske. Unter der Kategorie **Ressourcen** werden die prozessbezogenen Ressourcen verwaltet. Hierzu wird zunächst der im zugehörigen Arbeitspaket spezifizierte Arbeitsaufwand berechnet. Als Grundlage der prozessbezogenen Ressourcenplanung kann über die beschriebene Zuordnung einer zuständigen Fachrolle als Prozessbearbeiter aus dem Personendokument des Rollenträ-

gers dessen maximal möglicher Ressourceneinsatz für das Projekt sowie dessen aktuelle Ressourcenauslastung berechnet werden.

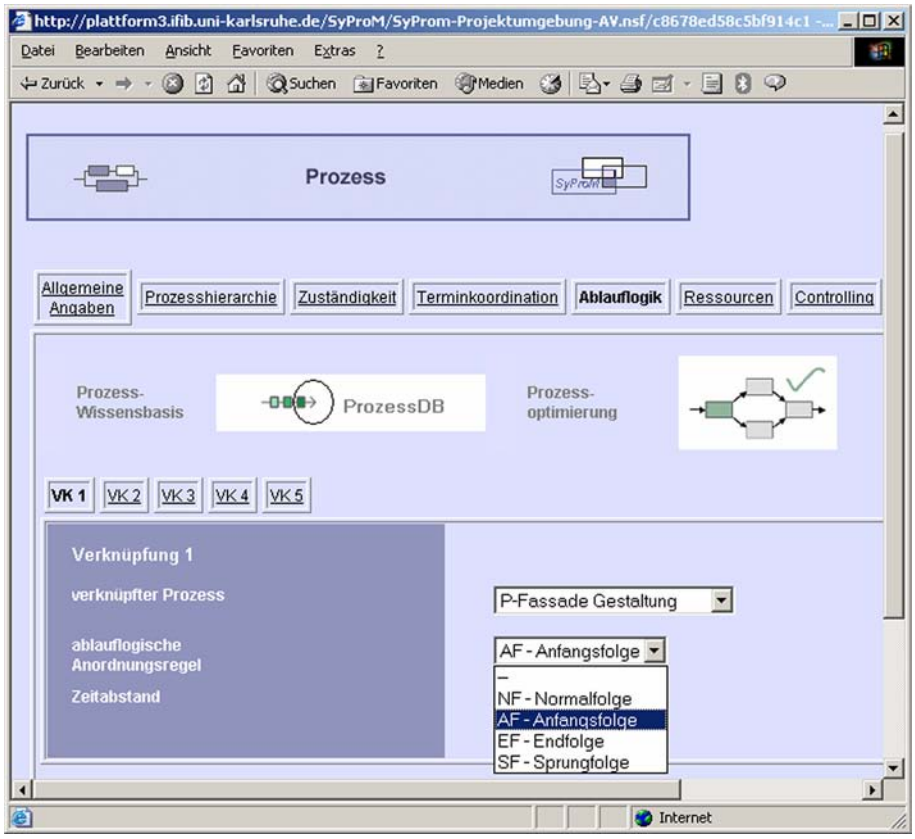


Abbildung 5.4-37: Prozess mit Verwaltung der Anordnungsbeziehungen

Der Punkt **Controlling** unterstützt das prozessbegleitende Controlling des zeitlichen Fortschritts sowie der Prozesskosten. Durch die Erstellung und Anzeige prozessbezogner **Fortschrittsberichte** (vgl. Abbildung 5.4-42) wird der Stand des laufenden Prozesses leicht nachvollziehbar und terminliche Engpässe können frühzeitig behoben werden. Zur weiterführenden Unterstützung des Controlling wird der Zugang zu einem im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Informationslogistik [GrKl03] erarbeiteten webbasierten Hilfsmittels angeboten. In Abschnitt 5.4.4.4 wird auf diese assistierenden Hilfsmittel und den Fortschrittskontrollbericht näher eingegangen. Unter Bezugnahme auf die Stundensätze des zuständigen Prozessbearbeiters sowie dem Vergleich zwischen Plan-Stunden und Ist-Stunden des Controllings kann ein effizienter Überblick über die prozessbezogene Kostenentwicklung gewonnen werden.

Zur Ermöglichung eines **prozessbegleitenden Informationsmanagements** kann aus dem Prozessdokument heraus direkt auf alle für diesen Prozess notwendigen Informationen zugegriffen werden (vgl. hierzu Abbildung 5.4-23). Eine Einteilung der Informationen in „Informationsgrundlage“, „Arbeitsinformationen“ und „Ergebnisse“ hilft bei der Koordination der Informationsflüsse zwischen den vernetzten Prozessen. Die Einbindung eines Werkzeuges zur webbasierten prozessbezogenen Informationsrecherche [Info02] ergänzt das projektinterne Informationsmanagement und erlaubt die Suche nach kontextbezogenen Informationen im Internet und

anderen über das Internet zugänglichen Informationsquallen, wie Firmeninformationen oder Bibliotheken.

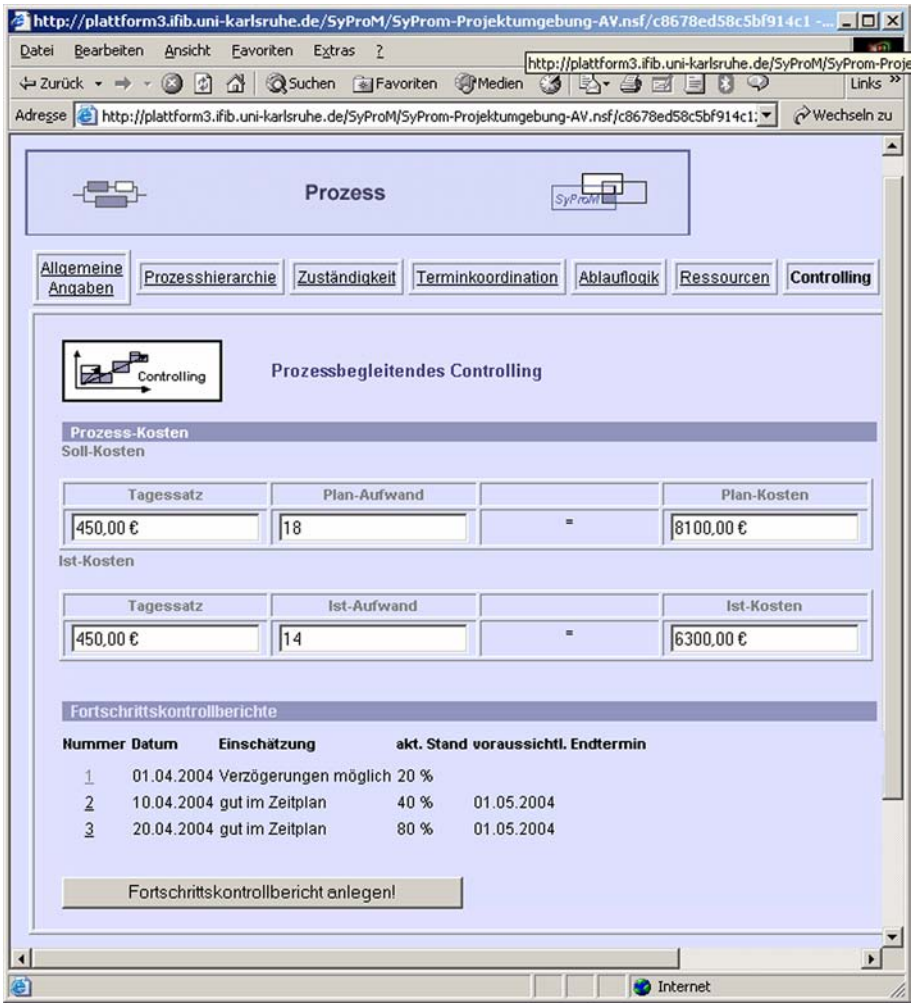


Abbildung 5.4-38: Prozess-Kategorie Controlling

Der Rahmenprozess

Der Rahmenprozess dient zur Koordination der Arbeiten auf Teamebene und bildet so den übergeordneten koordinierenden Rahmen für die einzelnen im Team stattfindenden Planungsprozesse. Die Verwaltung des Rahmenprozesses erfolgt bis auf wenige Ausnahmen in Analogie zum Prozesselement. Da der Rahmenprozess auf einer dem Prozess übergeordneten Hierarchieebene steht, wird die Regelung der Zuständigkeit durch Zuordnung eines Planungsteams realisiert. Das Ressourcenmanagement findet ebenso auf Teamebene statt. Zur Darstellung der innerhalb des Rahmenprozesses stattfindenden Prozesse und deren zeitlicher Zusammenhänge enthält jedes Prozesselement ein Gantt-Diagramm, welches den zeitlich-strukturellen Aufbau in leicht verständlicher Form visualisiert. Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus der Elementmaske des Rahmenprozesses.

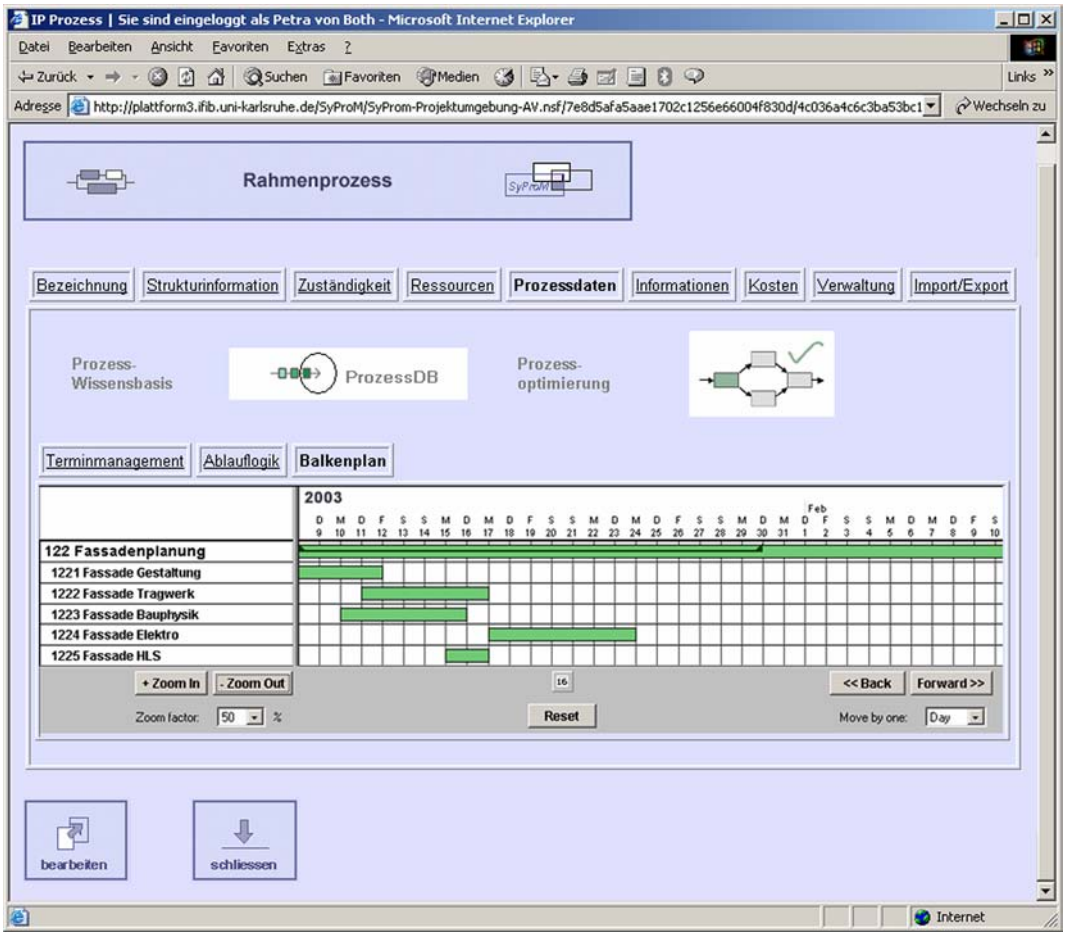


Abbildung 5.4-39: Elementmaske des Rahmenprozesses mit Gantt-Diagramm

5.4.4.3 Vorgehenspilot

Die Entwicklung der Prozessdaten stellt einen vielschichtigen Prozess dar, der unterschiedliche Teilschritte enthält (vgl. Kapitel 4.5.4), wie die Erarbeitung der Ablaufstruktur, die Klärung der Zuständigkeiten und das Terminmanagement. Die Durchführung setzt so entsprechende methodische Kenntnisse voraus. Um den Projektbeteiligten hier bezugnehmend auf den partizipativen Ansatz zum Projektmanagement entsprechende Hilfestellung bieten zu können, wird der Vorgang der Prozessentwicklung mit seinen einzelnen Vorgehensschritte und unterstützenden Hilfsmitteln aufgezeigt (vgl. Abbildung 5.4-40).

Zudem werden für jeden Schritt assistierende Werkzeuge angeboten: Die **Ableitung der Prozesse** aus den Aufgabenstellungen und die **Erarbeitung der Ablauflogik** wird durch die Bereitstellung einer prozessorientierten Wissensbasis unterstützt [Klim03]. Bei der **Klärung der Zuständigkeiten** hilft die in Kapitel 5.4.5.3.3 erläuterte Kompetenzsuche beim Finden eines passenden Bearbeiters. Bei der **Abschätzung des Bearbeitungsaufwandes** ist wiederum ein Zugriff auf prozessbezogenes Erfahrungswissen hilfreich, um auf Prozesse vorhergehender Projekte und deren Daten zugreifen zu können. Bei der **Ressourcenplanung** und

Terminkoordination kann durch die Anwendung eines Werkzeugs zur Prozesssimulation und Optimierung [vgl. GrKl03] eine ressourcen- und terminorientierte Prozessoptimierung ermöglicht werden. Die Einbindung der Werkzeuge bzw. der hierzu notwendige Austausch der Prozessdaten erfolgt über eine hierzu implementierte XML-Schnittstelle (vgl. Abschnitt 5.4.10.1).

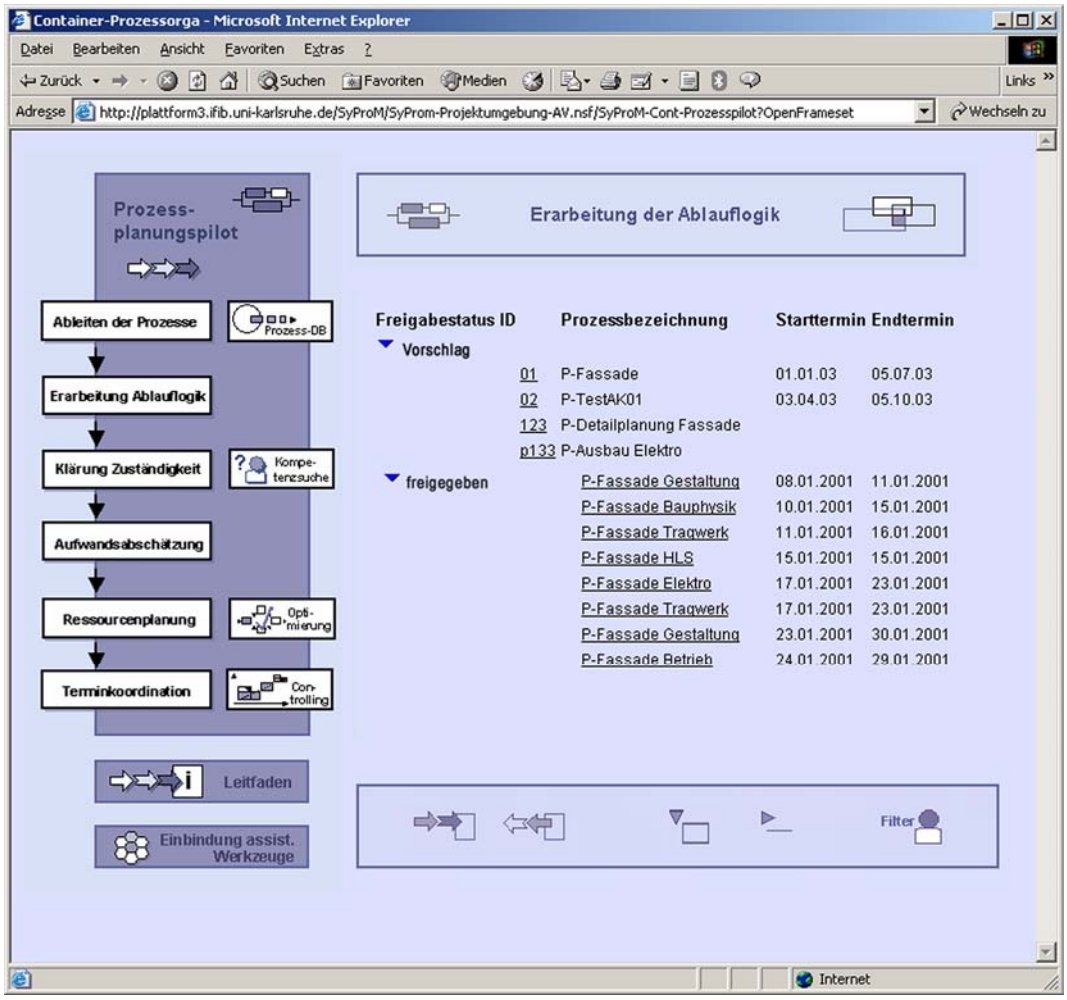


Abbildung 5.4-40: Vorgehenspilot zur Prozessplanung

Der in Abbildung 5.4-41 dargestellte Leitfaden erläutert ergänzend das vorgeschlagene Vorgehen zur Prozessmodellierung und die teamorientierte Erarbeitung der Ablauforganisation auf Detailebene. Dieser Prozess zur Entwicklung der Prozessdaten wird durch die Verwaltung eines Freigabestatus („in Vorbereitung“, „Klärung der Aufgabenstellung“, „Aufgabenkoordination“, „Überführung in Ablauflogik“ und „freigegeben“) entsprechend unterstützt. So kann der Stand der Prozessentwicklung bezugnehmend auf die beschriebenen Vorgehensschritte transparent gemacht werden.

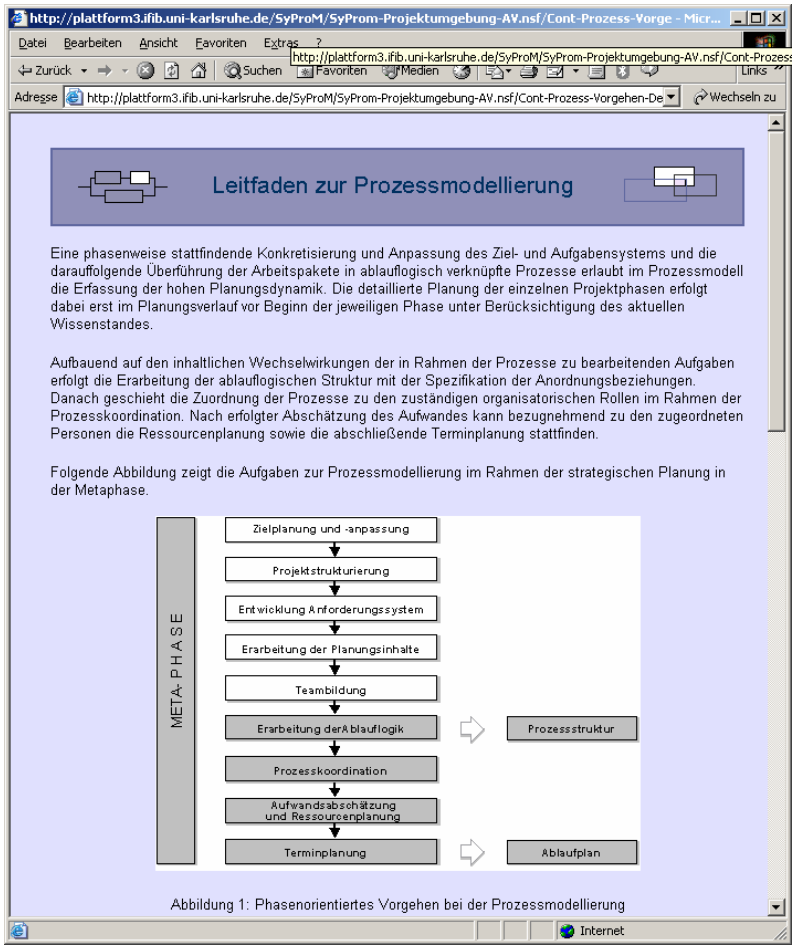


Abbildung 5.4-41: Leitfaden zur Prozessmodellierung auf Detailebene

5.4.4.4 Assistierende Funktionalitäten und Methoden zum Prozessmanagement

Aufbauend auf dem beschriebenen partizipativen Managementansatz (vgl. Kapitel 4.4.3.2) wird die Entwicklung der Prozessdaten vom System als Teamprozess entsprechend unterstützt. Die im weiteren beschriebenen assistierenden Werkzeuge sollen hier entsprechende Hilfestellung bieten.

Prozessbezogenes Controlling durch Fortschrittsberichte

Um Transparenz zu schaffen bezüglich des Fortschritts der laufenden Planungsprozesse, werden während der Laufzeit sogenannte **Fortschrittsberichte** erstellt. Anhand eines solchen Fortschrittsberichtes kann der Prozesszuständige seine individuelle Einschätzung zur dem von ihm bearbeiteten Prozess abgeben. Neben einer textuellen Stellungsnahme hinsichtlich einer termingerechten Fertigstellung der Aufgabenstellung und einer Beschreibung der Situation ist die Angabe folgender Informationen vorgesehen:

- Abschätzung des Fertigstellungsgrades der zugehörigen Aufgabenstellung

- aktueller Arbeitseinsatz bzw. Ressourceneinsatz für den Prozess
- notwendiger zukünftiger Ressourceneinsatz zur Gewährleistung einer termingerechten Fertigstellung
- geschätzter Endtermin bei gleichbleibendem Ressourceneinsatz

Vermerkt der zuständige Bearbeiter, dass der geplante Soll-Endtermin nach seiner Einschätzung nicht gehalten werden kann, so versendet das System automatisiert eine entsprechende Benachrichtigung an die Projektmanagementrolle „PM-R-P+S“ als Koordinator des Prozessmanagements. Die folgende Abbildung zeigt einen erstellten Fortschrittsbericht mit den genannten Angaben.

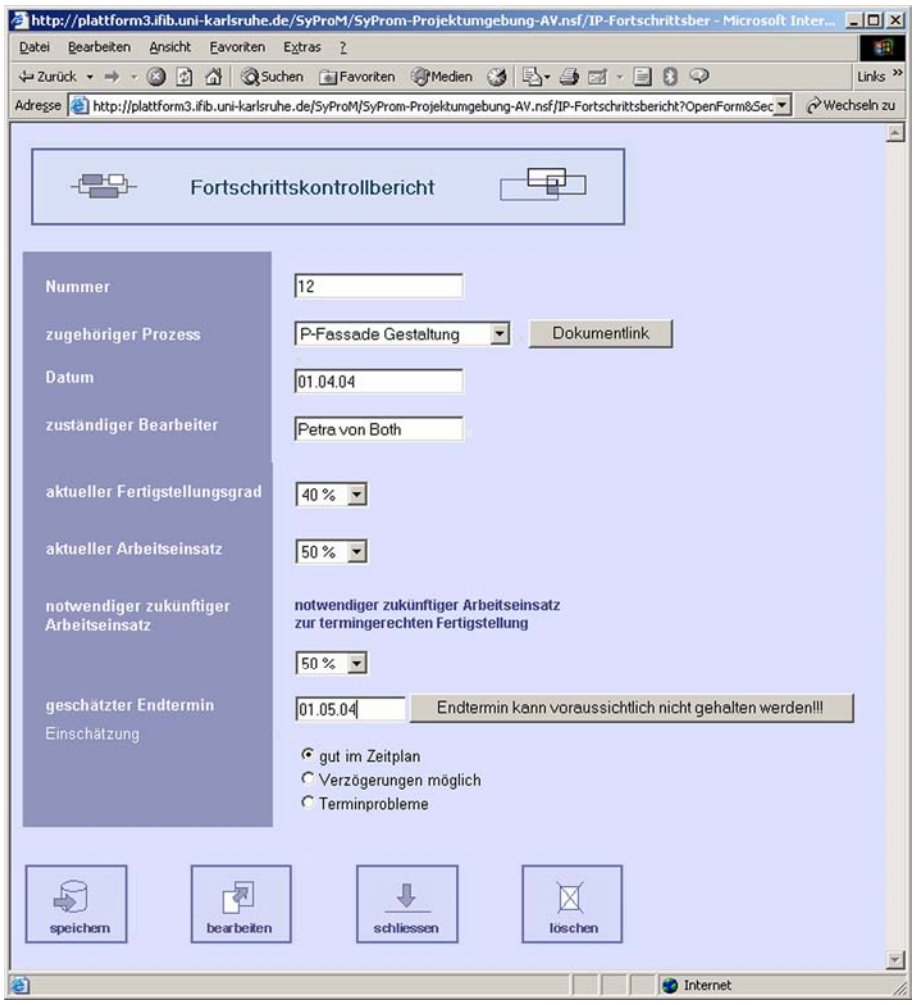


Abbildung 5.4-42: Prozessbezogene Fortschrittskontrollberichte

Die während der Laufzeit erstellten Berichte werden dem Managementteam auf der Organisationsebene in übersichtlichen prozessbezogen Sichten zur Verfügung gestellt, so dass ein einfacher Überblick über den Stand der Laufenden Prozesse möglich wird.

Laufzeitunterstützung durch Statusverwaltung

Ein elementarer Bestandteil der Prozesskoordination ist die laufzeitaktuelle Statusangabe von Prozessen und die Nutzung dieser statusbezogenen Prozessereignisse zur Initiierung bestimmter Aktionen bzw. Mechanismen. Zur Verwaltung des Bearbeitungsstatus wurden im Rahmen der softwaretechnischen Umsetzungen in den Masken des Moduls zur Prozessmodellierung Verwaltungsfelder für den Ausführungsstatus („noch nicht begonnen“, „in Vorbereitung“, „wird bearbeitet“, „unterbrochen“ und „abgeschlossen“) eingebunden. Unter Berücksichtigung der ablauflogischen Verknüpfungen der Prozesse kann während der **Bearbeitungsphase** (vgl. Konzept zur Phaseneinteilung in Kapitel 4.1.4.1) eine laufzeitbezogene Koordination unterstützt werden (vgl. Abbildung 5.4-43). Aufbauend auf diesen Statusangaben werden Mechanismen zur Unterstützung der prozessorientierten Zusammenarbeit angeboten. Ein Beispiel ist hierzu ist die in Abbildung 5.4-43 schematisch dargestellte statusbezogene Benachrichtigung der Prozessbearbeiter: Über die implementierten Mechanismen zur Laufzeitunterstützung wird bei Statuswechsel automatisiert eine Benachrichtigung an die für diesen Prozess verantwortliche Person versandt.

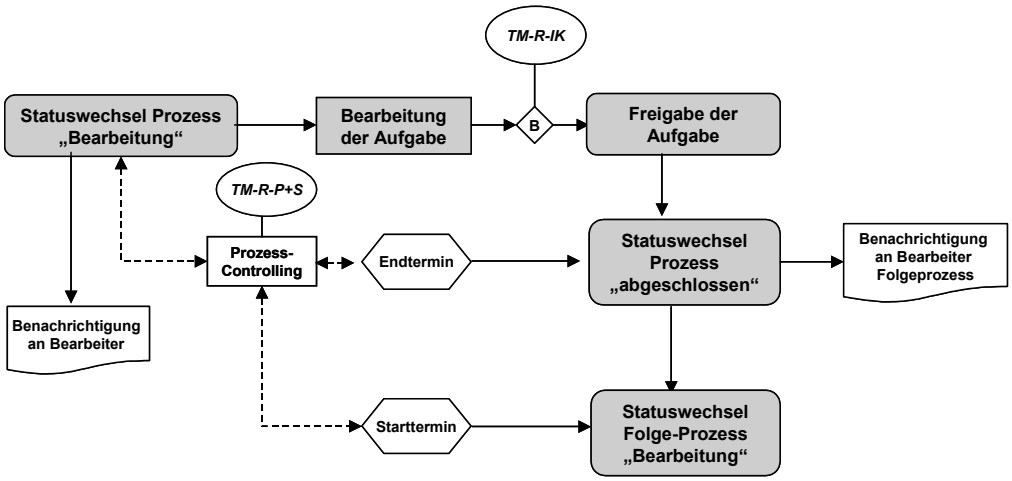


Abbildung 5.4-43: Mechanismen zur Koordination des Statuswechsels

Assistierende Bausteine zum Prozessmanagement

Ergänzend zu den im Rahmen dieser Arbeit implementierten Hilfsmitteln zur Erarbeitung und Koordination der Ablauforganisation wurden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Informationslogistik der Landes Baden-Württemberg [GrKl03] unter Mitarbeit der Autorin verschiedene ergänzende Funktionalitäten und Werkzeuge entwickelt (vgl. Kapitel 4.5.4.1):

- Werkzeug zur wissensbasierten Informationssuche, das den Zugriff auf Prozess-Erfahrungswissen aus vorhergehenden Projekten ermöglicht
- Werkzeug zur informationsbasierten Prozessinteraktion mit einer prozessbezogenen Bereitstellung externer Informationen
- Werkzeug zur Prozesssimulation und Optimierung

- Werkzeug zum Prozesscontrolling

Um die Nutzung und den Einsatz dieser Hilfsmittel beim Prozessmanagement zu erleichtern, erfolgt unter dem Menüpunkt „assistierende Hilfsmittel zum Prozessmanagement“ eine Erläuterung der „Bausteine zum Prozessmanagement“ sowie eine Anleitung zum Einsatz der Werkzeuge. Die folgende Abbildung zeigt die entsprechende Benutzeroberfläche.

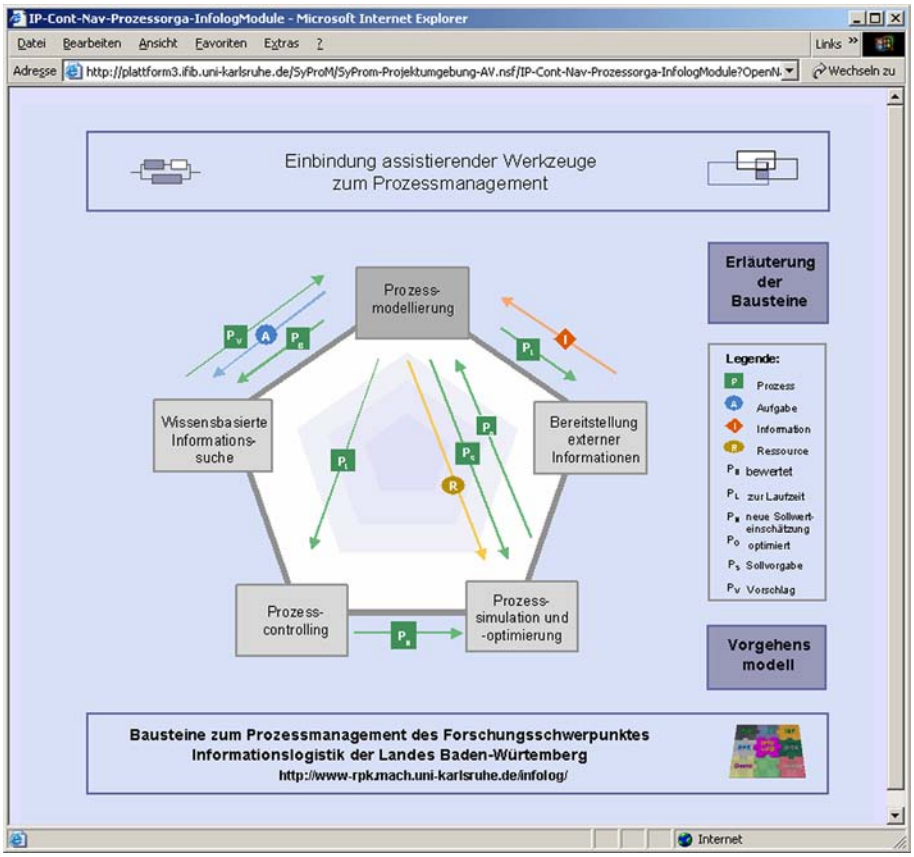


Abbildung 5.4-44: Einbindung assistierender Werkzeuge zu Prozessmanagement

Zudem wird ein Vorgehensmodell bereitgestellt, welches das Zusammenspiel der verschiedenen Bausteine verdeutlicht. Die folgende Abbildung zeigt den Einsatz der Module im Rahmen der Erarbeitung der Prozessstrukturen in der Metaphase (vgl. Abschnitt 4.5.3) sowie die laufzeitbezogene Unterstützung der Prozessdurchführung.

Der Aufruf der Werkzeuge kann direkt über die grafische Benutzeroberfläche erfolgen. Zudem wird auch im Rahmen des Vorgehenspiloten (vgl. vorhergehender Abschnitt) auf diese Hilfsmittel referenziert. Um den Aufruf der Bausteine direkt aus dem problemspezifischen Kontext eines Prozessdokumentes heraus zu unterstützen, wurden grafische Navigatoren entwickelt und entsprechend innerhalb der Elementmasken platziert. Der Zugriff auf prozessorientiertes Erfahrungswissen kann z.B. direkt aus der Attributkategorie „Ablauforganisation“ heraus erfolgen. Der Aufruf des Moduls zur Prozessinteraktion geschieht direkt aus der Benutzeroberfläche des prozessbezogenen Informationsmanagements.

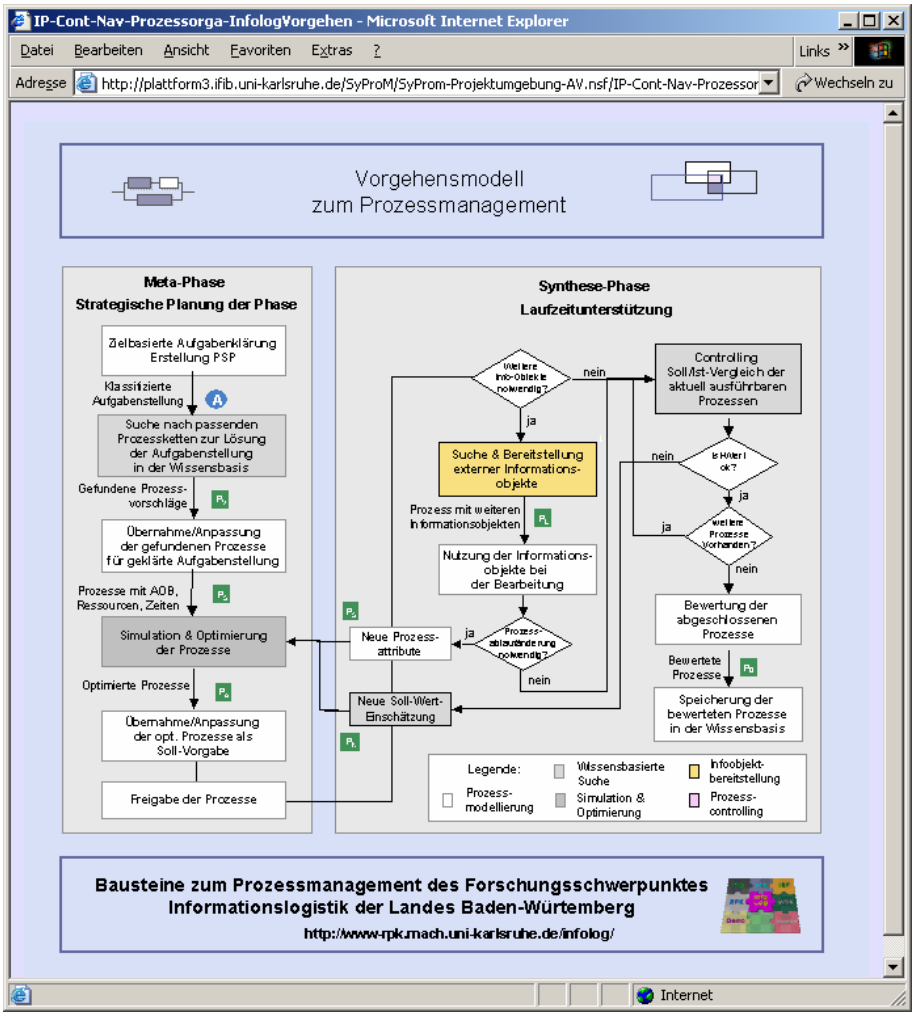


Abbildung 5.4-45: Vorgehensmodell zur Einbindung der Werkzeuge

Zur Realisierung der technischen Einbindung der beschriebenen Bausteine wurde eine XML-Schnittstelle implementiert (vgl. Abschnitt 5.4.10.1), welche den Austausch der prozessrelevanten Daten zwischen den Bausteinen ermöglicht.

5.4.5 Modul zur Verwaltung der Projektorganisation

Dieses Modul unterstützt den Aufbau und das Management der Aufbauorganisation des Projektes. Es bezieht sich dabei auf die in Kapitel 4.4 beschriebenen Konzepte des Organisationsmodells. Aufgabe des Moduls ist so zum einen die Verwaltung der Projektbeteiligten, wie die involvierten Institutionen und Personen. Zum anderen die Bildung und das Management der teamorientierten Aufbauorganisation des Projektes und die Regelung der Verantwortlichkeiten über organisatorische Rollen.

Der Aufbau des Moduls ist bezugnehmend auf das in Abschnitt 5.2.2.1 beschriebenen Umsetzungskonzept ebenfalls zweischichtig. In Analogie zu den übrigen Modulen der Projektumgebung findet auch hier eine Differenzierung in eine planungsbezogene Nutzerebene sowie in

eine managementbezogene Organisationsebene statt. Die Nutzerebene schafft Transparenz bezüglich der aktuellen Organisationsstruktur und der Managementverantwortlichkeiten und ermöglicht zudem einen effizienten Zugriff auf die Personendaten der Projektbeteiligten. In der Organisationsebene findet die Bildung und das Management der Aufbauorganisation des Projektes durch die Inhaber der organisatorischen Rolle „Projektorganisation“ (vgl. Kapitel 4.4.3.3) statt.

Inhalte der Nutzungsebene

Die Nutzungsebene bietet einen Überblick über die Mitglieder des Projektes. Hierzu werden die beteiligten **Institutionen**, wie Planerbüros, Unternehmen oder Behörden mit den für dieses Projekt relevanten Zusatzinformationen aufgelistet. Zudem wird eine Übersicht über alle involvierten **Personen** angeboten. Für jede Person kann auf ein Personenblatt zugegriffen werden, in welchem diverse personenbezogene Informationen und Kommunikationsmöglichkeiten angeboten werden. Wie folgende Abbildung 5.4-46 zeigt, erleichtern verschiedene organisatorische Sichten – sortiert nach Institutionen, Teams oder organisatorischer Rolle – den Zugriff.

Zur Repräsentation der Projektorganisation wird die **Teamstruktur** des Projektes dargestellt. Durch den Zugriff auf die einzelnen Teamdokumente können die spezifischen Daten des jeweiligen Projektteams eingesehen werden.

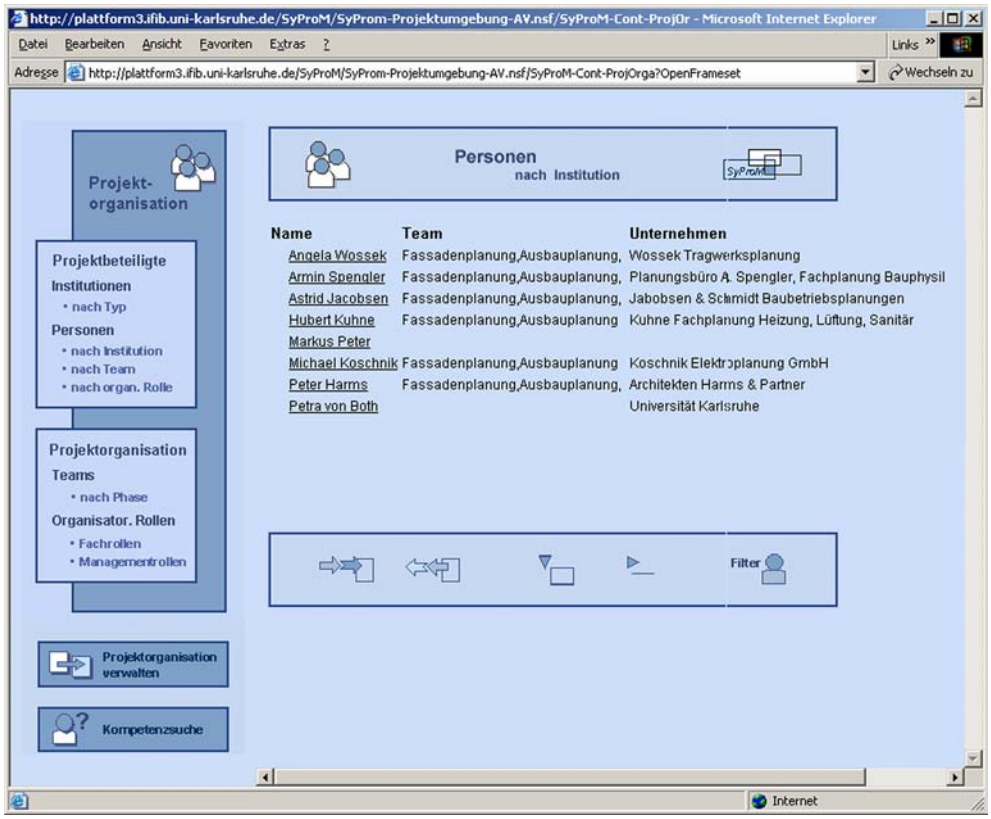


Abbildung 5.4-46: Benutzeroberfläche des Moduls zur Projektorganisation

Die Regelung der Management- und Planungsverantwortlichkeiten erfolgt basierend auf dem in Kapitel 4.4.3 beschriebenen Managementkonzept rollenorientiert. Einen Überblick über die aktuellen Planungs- und Managementverantwortlichkeiten bieten sogenannte **organisatorische Rollen**: Sogenannte Fachrollen regeln die Zuständigkeiten für die Tätigkeiten der Objektplanung. Die Managementrollen regeln die Zuständigkeit für die in Abschnitt 4.4.3.3 beschriebenen Managementbereiche (Planung + Steuerung, inhaltliche Koordination, Projektorganisation sowie Moderation + Coachung) auf Projekt- und Teamebene. Im Rollendokument erfolgt die Angabe der für den Nutzer wichtigen Informationen, wie Rollenträger und die damit verbundenen Prozesse. Unter dem Menüpunkt „Projektorganisation verwalten“ wird den Inhabern der Managementrolle „Projektorganisation“ der Zugang zur Organisationsebene ermöglicht.

5.4.5.1 Organisationsebene

In der Organisationsebene findet die Bildung und Koordination der Projektorganisation im Rahmen des Projektmanagements statt. Aufgabe dieser Ebene ist somit die Verwaltung der Projektbeteiligten: Die involvierten Personen und zugehörigen Institutionen bzw. Unternehmen.

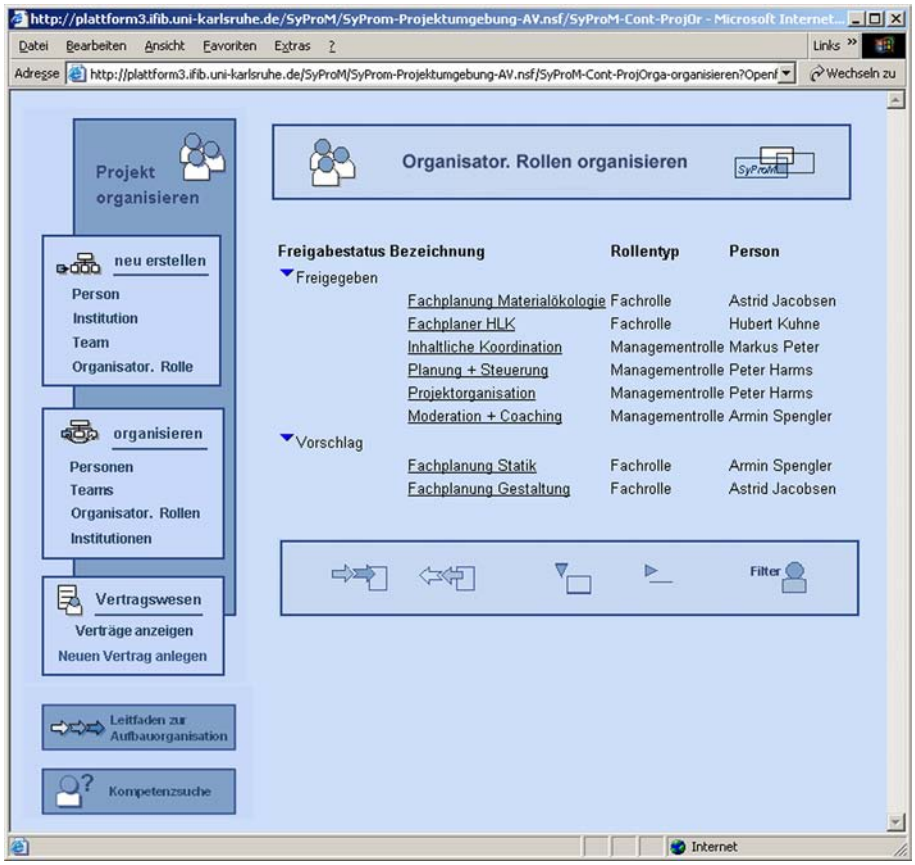


Abbildung 5.4-47: Benutzeroberfläche der Organisationsebene

Wie obige Abbildung zeigt, können unter dem Menüpunkt „neu erstellen“ zum einen Personen neu in das Projekt involviert werden, indem für sie ein entsprechendes Personenblatt angelegt

wird. Mit dem Anlegen eines solchen Personendokumentes erlangt die entsprechende Person, wie unter dem Abschnitt 5.4.5.3 erläutert, die benötigten Zugangsrechte zur Nutzung der Projektumgebung. Weiterführende Bearbeitungs- und Zugriffsrechte werden durch die Zuordnung der Personen zu den unterschiedlichen organisatorischen Rollen vergeben. Die Verwaltung und Anpassung der Personendokumente erfolgt dabei unter dem Punkt „organisieren“. Neben den Projektbeteiligten können hier auch die für das Projekt relevanten Institutionen erfasst und beschrieben werden.

Zur Ermöglichung phasenbezogener Reorganisationsmaßnahmen kann die teamorientierte Aufbaustruktur durch das Bilden und Anpassen prozessbezogener Planungsteams modelliert werden. Zur Unterstützung des **Management der Teamstruktur** wird für jedes Team ein Verwaltungsdokument angelegt, welches Informationen zur Teamentwicklung und dessen Koordination bereithält. Entsprechende Methoden ermöglichen hier eine flexible phasenorientierte Reorganisation des Projektes in themenbezogene Teams.

Zur Bewerkstellung des in Kapitel 4.4.3.2 beschriebenen teamorientierten Managementkonzeptes können sogenannte **organisatorische Rollen** angelegt werden. Die Koordination der Planungs- und Managementverantwortlichkeiten wird durch die Spezifikation und Zuordnung entsprechender Fach- und Managementrollen unterstützt. Anhand der Zuordnung der Projektbeteiligten zu diesen Rollen erfolgt zudem die Regelung der Zugriffs- und Bearbeitungsrechte in der Projektumgebung (vgl. Abschnitt 5.2.4). Ebenfalls bezugnehmend zu Kapitel, werden die im Modell spezifizierten Managementrollen (Planung + Steuerung, Inhaltliche Koordination, Moderation + Coaching, Projektorganisation) als Standard vorgegeben. Die fachlichen Rollen der Objektplanung richten sich nach der jeweiligen thematischen Ausrichtung der Planungsaufgabe und werden projektspezifisch erarbeitet.

Das Anpassen der teambezogenen Managementdaten, wie z.B. die Verwaltung der Teammitglieder, erfolgt unter den Menüpunkt „organisieren“. Das hier ebenfalls stattfindende Management der personen- und teambezogenen Ressourcen dient im Rahmen des Prozessmanagements (vgl. Kapitel 5.4.4) als Grundlage einer ressourcengerechten Optimierung.

Vertragswesen

Ein wichtiger Bestandteil zum Projektmanagement ist die Verwaltung der prozessbezogenen Vertragsunterlagen. Unter dem Punkt „Vertragswesen“ kann auf die vorliegenden projektbezogenen Vertragsdokumente zugegriffen und neue Verträge angelegt werden.

Die Verwaltung der Vertragsunterlagen basiert dabei auf den in Kapitel 4.4.3.5 beschrieben Konzepten. Die in den Arbeitspaketen spezifizierten Aufgabeninhalte bilden als Vertragsinhalte (vgl. Abbildung 5.4-48) zusammen mit den organisatorischen Informationen der zugeordneten Prozesse (Termine bzw. Dauer und Kosten) die inhaltliche Grundlage zur Vertragsbildung. Aus den Prozessdokumenten werden die geplanten Start- und Endtermine sowie die Prozesskosten entsprechend den vereinbarten Stundensätzen in das Vertragsdokument übernommen. Um Probleme bei zeitlichen Verschiebungen zu vermeiden, können anhand der im Prozess verwalteten ablauflogischen Anordnungsbeziehungen die Start- und Endzeiten bzw. die Dauer auch relativ beschrieben werden.

Als Maßnahme zur Qualitätssicherung können auch die in den Arbeitspaketen festgelegten Qualitätskriterien (Prozessqualität), wie z.B. die zu benutzende Werkzeuge und Methoden als Vertragsbestandteil herangezogen werden. Zur Sicherung der Planungsqualität wird zudem im Vertrag vermerkt, dass die dem Arbeitspaket thematisch zugeordneten Objektanforderungen (vgl. Kapitel 4.3.3.3.2) Vertragsgrundlage sind. So kann statt einer reinen Leistungsbeschreibung auch die zielorientierte Ergebnisqualität festgeschrieben werden. Das eigentliche Vertragsdokument kann als Dateianhang beigefügt werden.

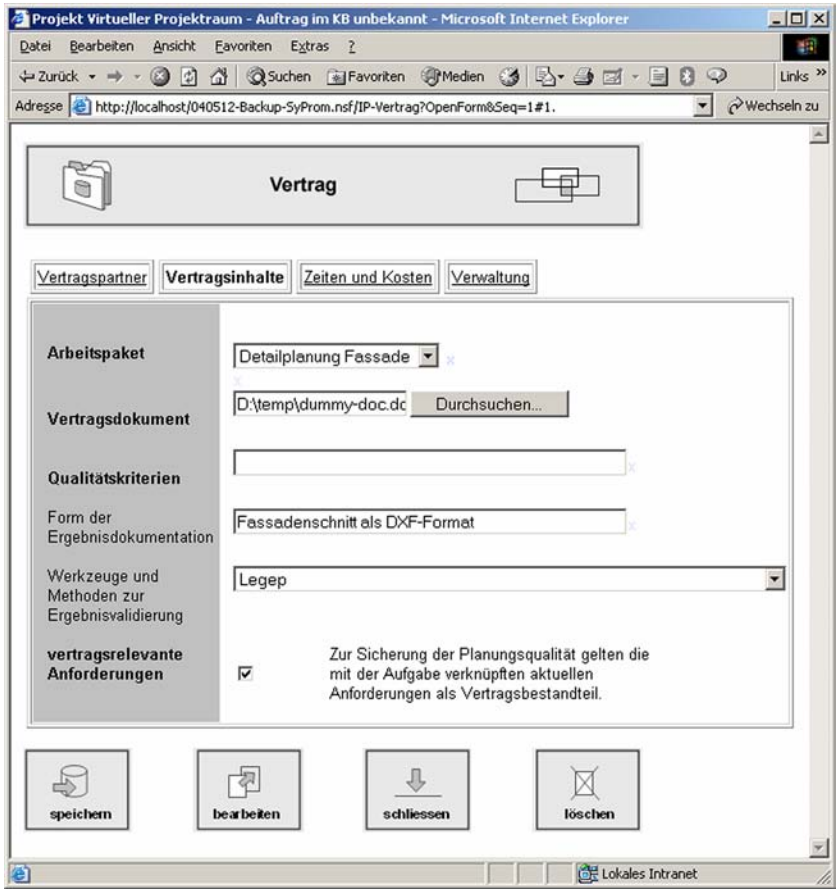


Abbildung 5.4-48: Vertragsdokument mit Zusatzinformationen

5.4.5.2 Verwaltung der Elemente

Die Elemente des Organisationsmodells werden durch eigenständige Informationsobjekte verwaltet. Die Beschreibung der Elementattribute erfolgt, wie im weiteren erläutert, über elementspezifische Zusatzinformationen.

5.4.5.2.1 Das Personenblatt

Für jede ins Projekt involvierte Person wird ein Personendokument angelegt, über welches die Daten des in das Projekt involvierten Nutzers erstellt und verwaltet werden.

Hier können die persönlichen Informationen, wie Name und Adresse sowie Kontaktmöglichkeiten, wie Emailadresse, Telefonnummer und Fax angegeben werden. Mit der Angabe der zugehörigen Institution wird eine Referenz auf das zugehörige Institutionsdokument (siehe unten) erstellt. Die folgende Abbildung zeigt einen entsprechenden Ausschnitt aus dem Personenblatt.

Abbildung 5.4-49: Benutzeroberfläche des Personenblattes

Unter dem Menüpunkt „Funktionen“ werden die Funktionen aufgelistet, welche die Person im Projekt inne hat. Hierzu werden hier die von ihr belegten organisatorischen Rollen angezeigt. Die Zuweisung der organisatorischen Rollen geschieht im Dokument der jeweiligen Fach- oder Managementrolle. Zu jeder Person wird ein sogenanntes **Kompetenzprofil** angelegt, welches die persönlichen Fähigkeiten und Kenntnisse beschreibt (vgl. Abbildung 5.4-50). Hierdurch wird es möglich, eine Art Kompetenzlandkarte für das Projekt zu erzeugen. Die fachlichen Erfahrungen der Personen können durch Angabe der bisher bearbeiteten Projektarten, der bisher wahrgenommenen Projektfunktionen, wie z.B. Fachplanung Statik, sowie durch Angabe der Objektfunktionen und Komponenten erfolgen, bezüglich deren Planung die jeweilige Person über tiefergehende Erfahrungen verfügt, wie z.B. ein Experte für Fassadenplanung. Mit dem Kompetenzprofil werden zudem auch methodische und technische Aspekte, wie z.B. EDV-Kenntnisse

erfasst. Dies erleichtert die Suche nach entsprechend qualifizierten Personen bei der Prozesskoordination (vgl. Abschnitt 4.5.4).

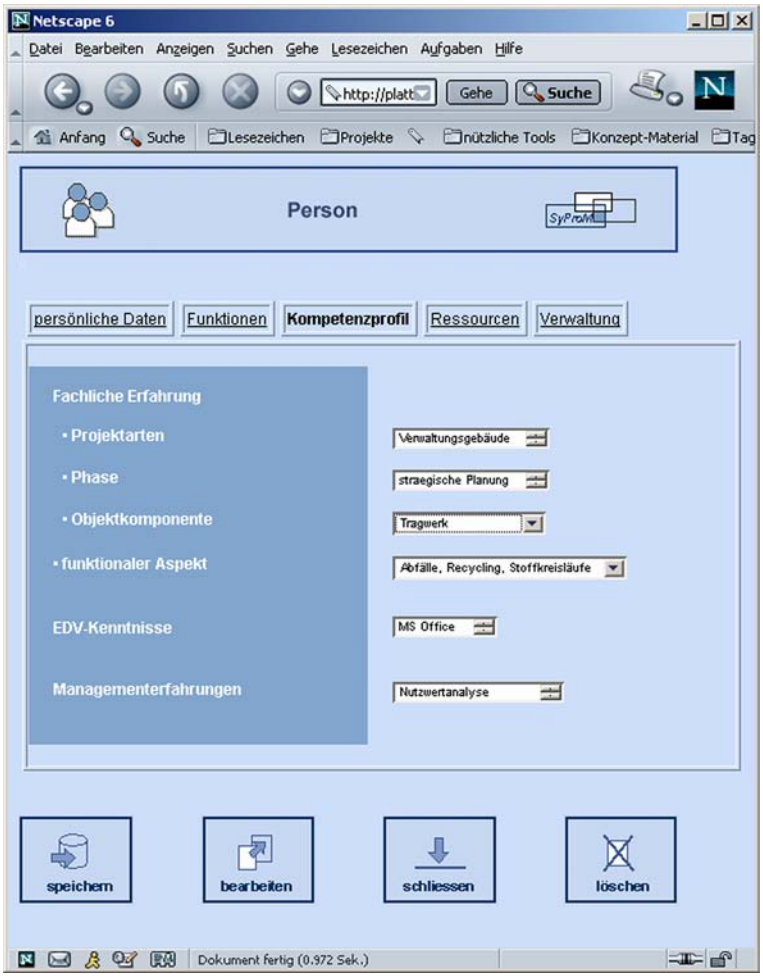


Abbildung 5.4-50: Personenbezogenes Kompetenzprofil

Unter dem Menüpunkt „**Ressourcen**“ erfolgt das Management der personenbezogenen Ressourcen, was im Rahmen des Prozessmanagements als Grundlage der ressourcengerechten Optimierung dient. Die unter dem Punkt „**Verwaltung**“ bereitgestellten Informationen dienen der besseren Handhabung der Personendaten im System. Zudem wird hier die Zuweisung der Zugangs- und Bearbeitungsrechte der Person für die Projektplattform ermöglicht.

5.4.5.2.2 Die Institution

Die Informationen der für das Projekt relevanten Institutionen, wie Planerbüros, Behörden oder sonstige Einrichtungen werden unter den Attributkategorien „Unternehmensbeschreibung“, „Koordination“ und „Unternehmensprofil“ verwaltet. Zur **Unternehmensbeschreibung** erfolgt die Angabe der Art, Bezeichnung und Adresse der Institution. Zudem ist es möglich, über Dateianhänge ergänzende Informationen, wie z.B. Firmenbroschüren, anzubieten. Die folgende Abbildung 5.4-51 zeigt die verwalteten Informationen.

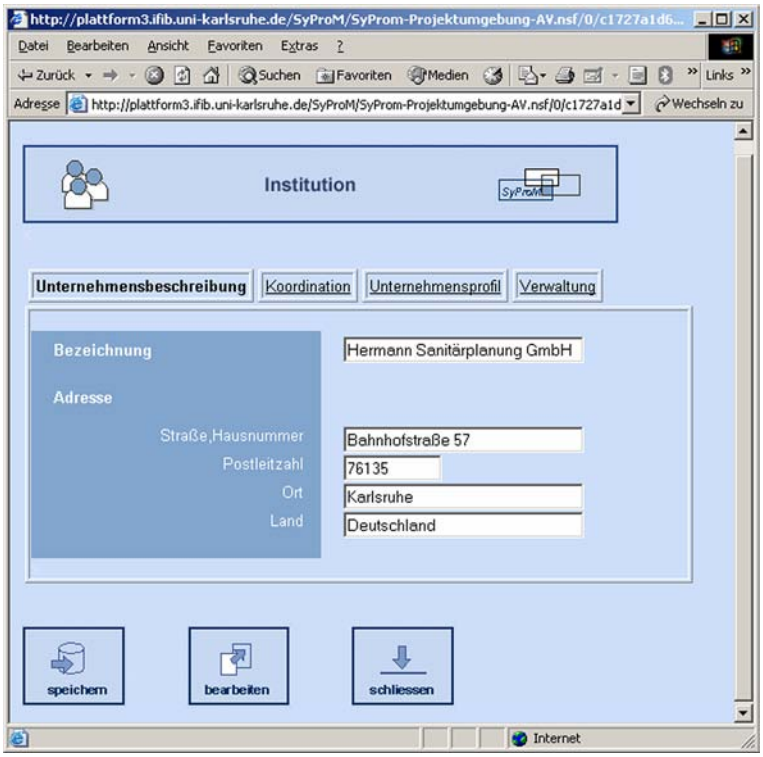


Abbildung 5.4-51: Dokument zur Verwaltung eines Institution

Unter dem Punkt **Koordination** wird eine Kontaktperson verwaltet, welche als Ansprechpartner der jeweiligen Institution für das Projekt zur Verfügung steht. Zudem werden hier die Personen der Institution aufgelistet, welche als Projektmitglieder in die Projektumgebung eingebunden sind. Zur besseren ressourcentechnischen Koordination können hier zudem die Ressourcen verwaltet werden, die von Seiten der Institution für das Projekt zur Verfügung gestellt werden können. Anhand des **Unternehmensprofils** kann die thematische bzw. fachliche Ausrichtung und das Wissen der Institution beschrieben werden. Eine wichtiges Kriterium zur Auswahl z.B. eines Planungsbüros für projektbezogene Leistungen ist dabei die Art der bisher durchgeführten Projekte, wie z.B. Wohnbauprojekte, Verwaltungsbauten oder Krankenhausplanung, da hierdurch Rückschlüsse auf die thematischen Kenntnisse des Unternehmens möglich sind. Ein weiteres Kriterium für die Betrauung eines Unternehmens oder Planungsbüros mit projektbezogenen Planungsleistungen ist das EDV-Profil. So können fragen bezüglich technischer Schnittstellen und vorhandener Software frühzeitig geklärt werden.

5.4.5.2.3 Das Teamdokument

Das Teamdokument enthält alle Informationen zum Management der teamorientierten Organisationsstruktur des Projektes. Neben **allgemeinen Angaben**, wie Bezeichnung und Identifizierungscode werden, wie in Abbildung 5.4-52 dargestellt, in diesem Dokument die **Teammitglieder** mit Referenzen auf die jeweiligen Personenblätter verwaltet. Das **Teammanagement** erfolgt bezugnehmend zu Kapitel 4.4.3.3 über die Vergabe entsprechender organisatorischer Managementrollen. Über diese Rollenzuweisung erfolgt zudem die Koordina-

tion von managementspezifischen Zugangs- und Bearbeitungsrechten. Unter dem Punkt **Koordination** erfolgt eine Referenzierung auf den durch das Team bearbeiteten Rahmenprozess. Die Verwaltung prozessbezogener Teamressourcen stellt eine wichtige Basis zur Prozesskoordination und Optimierung dar.

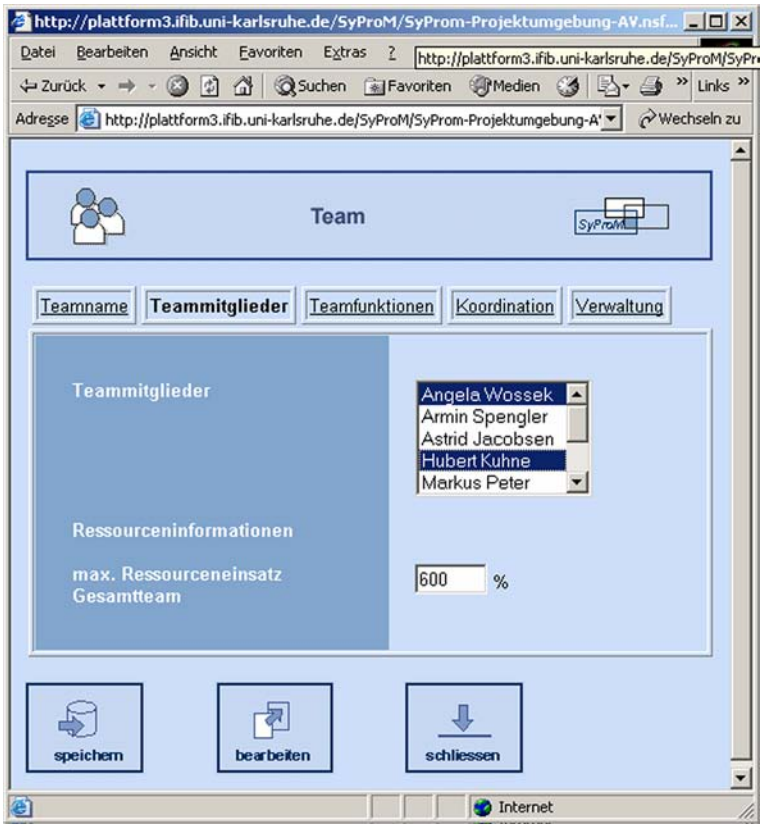


Abbildung 5.4-52: Maske des Teamdokumentes

5.4.5.2.4 Die organisatorische Rolle

Die organisatorischen Rollen dienen zur Koordination der unterschiedlichen Tätigkeitsfelder und Zuständigkeitsbereiche der Projektbeteiligten. Sie werden zur Realisierung einer rollenbezogenen Regelung der Zugriffs- und Bearbeitungsrechte in der Projektumgebung (vgl. Abschnitt 5.2.4) herangezogen. Aufbauend auf der Spezifikation der in Kapitel 4.2.3.2.1 beschriebenen Projektfunktionen wird hierbei sowohl der Bereich der Objektplanung als das Projektmanagement abgedeckt. Hierzu wird eine Differenzierung in sogenannte **Fachrollen** zur Objektplanung und **Managementrollen** ermöglicht. Unter dem Punkt **allgemeine Angaben** erfolgt daher neben einer Bezeichung und der Beschreibung des Tätigkeitsbereiches eine Zuordnung zum jeweiligen Rollentyp. Die Zuordnung zu den projektspezifisch entwickelten Projektfunktionen stellt hier einen wichtigen Punkt dar. Im Teilbereich **Koordination** erfolgt die Verwaltung der zugeordneten Person als Rollenträger, eine Beschreibung der zugehörigen Aufgaben sowie eine Referenz auf die von dieser Rolle durchgeführten Planungs- oder Managementprozesse. Über

die zuständige Person kann auf die zur Verfügung stehenden rollenbezogenen Ressourcen zugegriffen werden.

Abbildung 5.4-53: Maske der organisatorischen Rolle

5.4.5.3 Assistierende Hilfsmittel zur Projektorganisation

Zur Unterstützung der Personen, die mit der Entwicklung und Koordination der Aufbauorganisation des Projektes betraut sind, werden verschiedene assistierende Werkzeuge zur Verfügung gestellt.

5.4.5.3.1 Leitfaden zur Projektorganisation

Als ein wichtiges Hilfsmittel zur Projektorganisation wird ein elektronischer Leitfaden angeboten, welcher Erläuterungen zu den Tätigkeiten der Projekt- und Teamorganisation bereitstellt. Dieser Leitfaden beschreibt die Vorgehensweise bei der Erarbeitung der Organisationsstruktur. Die hierzu notwendige Bildung der Planungsteams findet aufgabenbezogen für jede Projektphase in der sogenannten Metaphase (vgl. Kapitel 4.5.3) statt. Die aus den operativen Planungspaketen (vgl. Kapitel 4.3.3.4) abgeleiteten Aufgabenkomplexe mit interdisziplinären Problemstellungen bilden hierbei die Bezugseinheit zur Bildung der Teamstruktur im Projekt. Der Leitfaden zur Projektorganisation beschreibt neben diesem Teambildungsprozess auch das Vorgehen zur Per-

sonensuche unter Einbindung entsprechender Institutionen bzw. Planungsbüros in das Projekt sowie die Klärung der Zuständigkeiten für die Aufgabenbearbeitung im Rahmen der Prozesskoordination.

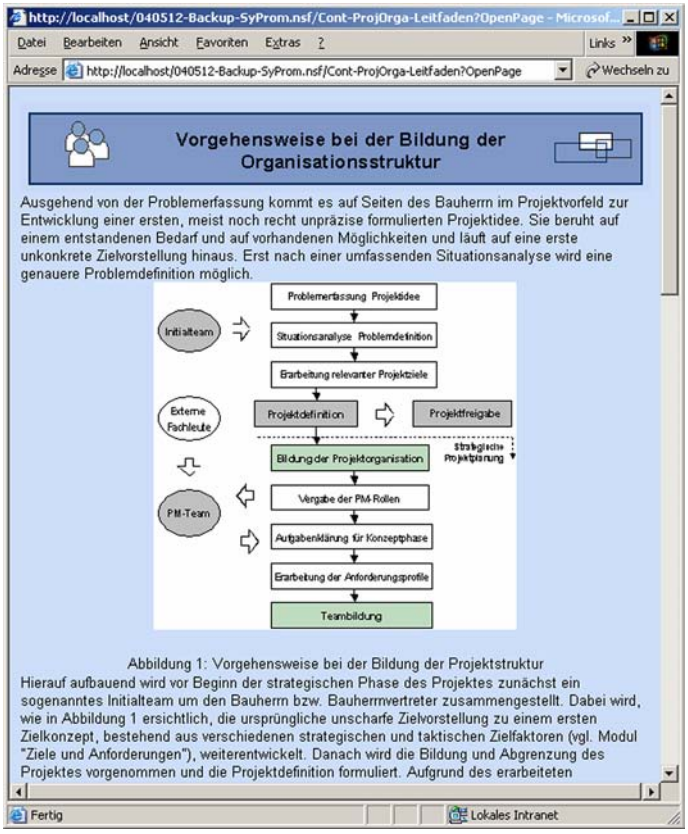


Abbildung 5.4-54: Leitfaden zur Projektorganisation und Teambildung

5.4.5.3.2 Webbasierte Benutzer- und Projektverwaltung als Grundlage eines organisatorischen „Rapid Prototyping“

Aufbauend auf den Erfahrungen in den bisher betreuten Anwendungsprojekten [BoSc00] ist es ein Ziel, den Administrationsaufwand zur Verwaltung und Anpassung der Organisationsstruktur zu verringern. Zur Ermöglichung des beschriebenen partizipativen Managementansatzes wird das Involvieren von Personen in die Teamstrukturen sowie das Vergeben der organisatorischen Rollen webbasiert unterstützt. Bei Involvierung einer Person in das Projekt wird für diese, wie beschrieben, ein Personenblatt angelegt. Mit dem Anlegen dieses Dokumentes wird, wie folgende Abbildung verdeutlicht, automatisiert ein Eintrag für diese Person in der Zugriffscontrolliste (ACL) der Projektumgebung vorgenommen (vgl. Abschnitt 5.2) und die Person mit entsprechenden Autorenrechten versehen. Hiermit wird ein erstes Standard-Nutzerprofil zugewiesen. Die Zuordnung weiterführender Bearbeitungs- und Zugriffsrechte erfolgt, wie ebenfalls in Abschnitt 5.2 beschrieben, rollenbasiert:

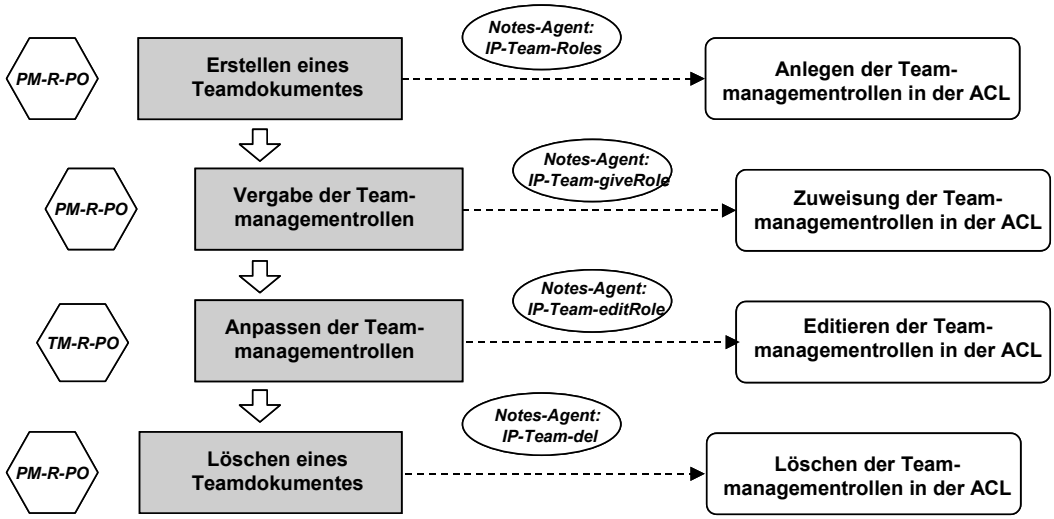


Abbildung 5.4-55: Mechanismen zur Unterstützung der Administration des Teammanagements

Mit der Vergabe einer organisatorischen Rollen und der Übernahme der damit verbundenen Planungs- und Managementtätigkeiten ist auch die Zuweisung bestimmter funktionsbezogener Zugriffs- und Bearbeitungsrechte im Prototypen verbunden. Zur Verringerung des hierzu notwendigen administrativen Aufwandes wurden Mechanismen entwickelt, die bei Anlegen eines Teamdokumentes durch den Inhaber der Managementrolle „Projektorganisation“ automatisiert entsprechende Rollenprofile in der Zugriffscontrolliste (ACL) der projektspezifischen Datenbank anlegt. Die folgende Abbildung verdeutlicht diese Mechanismen. Diese Rollen können nach Einbindung der Teammitglieder durch die Projektmanagementrolle „PM-R-PO“ entsprechenden Personen zugewiesen werden. Automatisch generierte Auswahllisten erleichtern die Auswahl aus den aktuellen, ins Team involvierten Personen. Wie folgende Abbildung zeigt, wird über die Zuweisung der Teammanagementrollen im Teamdokument ein sogenannter Notes-Agenten angestoßen, welcher der im Dokumentfdeld ausgewählten Person in der ACL automatisiert die entsprechende Managementrolle zuweist. Auch die Anpassung der Managementrollen innerhalb des Team wird durch einen solchen Agenten (IP_Team-editRole) unterstützt. Nach Auflösung eines Teams werden durch „Löschen“ des Teamdokumentes die angelegten Teammanagementrollen aus der ACL ausgetragen, womit den Personen die teambezogenen Zugriffsrechte automatisiert wieder entzogen werden können.

5.4.5.3.3 Das Kompetenzprofil als Hilfsmittel der Aufgabenkoordination

Die Verwaltung personenbezogener Kompetenzprofile (vgl. Abschnitt 4.4.3.6.1) erlaubt die Implementierung von Funktionalitäten zur projektinternen Kompetenzsuche. Hiermit kann die Suche nach Ansprechpartnern für thematische Problemstellungen unterstützt werden. Zudem kann diese Kompetenzsuche als Hilfsmittel der Aufgabenkoordination, also der Suche nach entsprechend qualifizierten Aufgabenbearbeitern genutzt werden. Bei der Projekt- und Teambildung unterstützt der Zugriff auf die Kompetenzprofile der bereits involvierten Planer oder Institutionen

darüberhinaus die Suche nach geeigneten Personen für die Zuordnung der Personen zu den beschriebenen Projektrollen.

Die folgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche der Kompetenzsuche. Die Spezifikation des Suchkontextes erfolgt durch Eingabe eines Anforderungsprofils. Hier können neben der Fachdomäne auch detaillierter Angaben zur auszuführenden Projektfunktion erfolgen. Die benötigte fachliche Erfahrung kann durch Angabe der betroffenen thematischen Aspekte der Objektplanung beschrieben werden. Die Klassifizierung anhand der in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekte wird durch interaktive Checklisten und dynamisch generierte Auswahlmenüs unterstützt. Nach Angabe des Anforderungsprofils kann über den Knopf „Kompetenzsuche starten“ (vgl. Abbildung 5.4-56) die Suche nach entsprechenden Personen gestartet werden. Als Suchergebnis wird eine Liste aller aufgrund von Kompetenzübereinstimmungen infrage kommender Personen generiert.

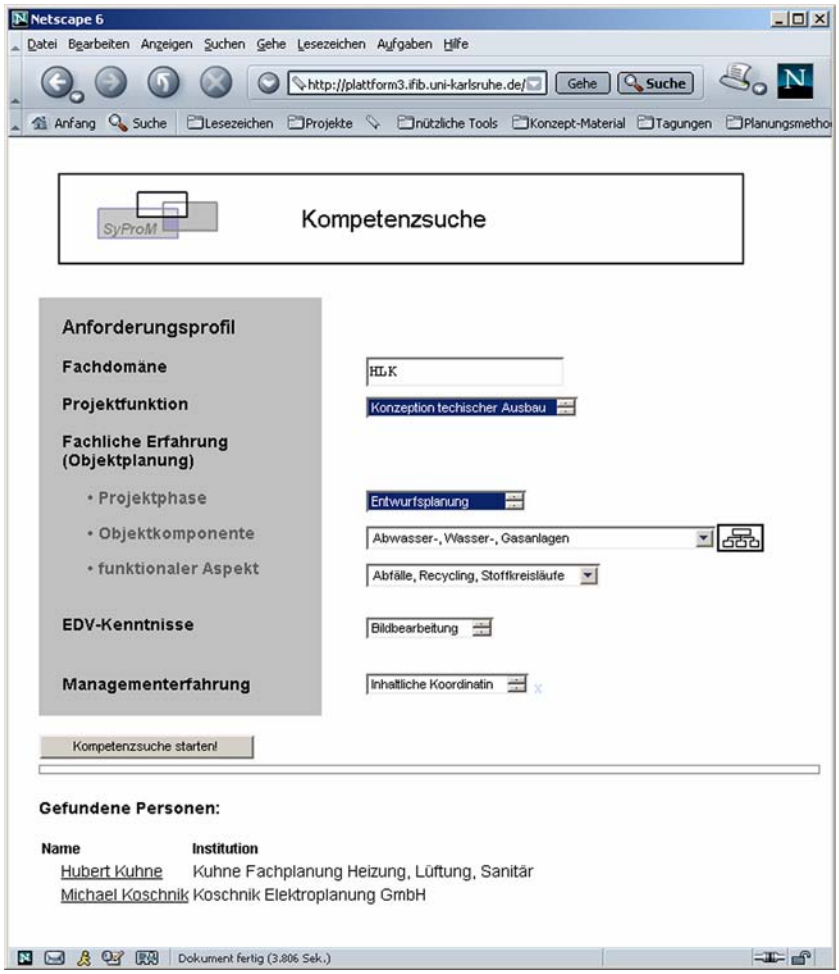


Abbildung 5.4-56: Assistierendes Werkzeug zur Kompetenzsuche

5.4.6 Modul zum Informationsmanagement

Das im weiteren beschriebene Modul zum Informationsmanagement dient zur Verwaltung der im Rahmen der Objektplanung erstellten Informationen. Ihre effiziente Handhabung und Transformation wird durch die Umsetzung der in Kapitel 4.6 erläuterten Konzepte des Informationsflussmodells unterstützt. Hierzu werden die im Planungsprozess erstellten und bearbeiteten Informationen über sogenannte **Inhaltsobjekte** verwaltet. Diese dienen unter anderem zur Dokumentation der Planungslösungen und repräsentieren so indirekt den Planungsgegenstand in seinem jeweiligen phasenbezogenen Konkretisierungsgrad. Die eigentlichen Informationsträger (Dateien eines beliebigen Formates) werden hierzu als Dateianhang an die genannten **Inhaltsobjekte** angehängt. Den Inhaltsobjekten werden zudem Attribute als informationsbeschreibende Zusatzinformation zugewiesen, so dass sie neben dem Informationsobjekt selbst (Nutzdaten) auch zusätzliche Klassifizierungs- und Verwaltungsinformationen enthalten. Die Nutzung solcher Inhaltsobjekte als eine Art Informationscontainer bietet eine hohe Flexibilität hinsichtlich der darin verwaltbaren Formen der Informationsrepräsentation. Die Zusatzinformationen, auch Metainformationen genannt, dienen zur Beschreibung des thematischen und organisatorischen Entstehungskontextes der Information und verbessern damit die Interpretierbarkeit und somit die Nutzung der Information im aktuellen Problemkontext. Zudem erleichtern diese Metainformationen, wie z.B. der Autor, das Erstellungsdatum oder die zugehörige Planungsaufgabe, bei deren Bearbeitung die Information erstellt wurde, das Suchen bzw. Auffinden des eigentlichen Informationsobjektes.

Zur Unterstützung eines effektiven Informationsmanagements werden in diesem Modul Mechanismen zur Informationsverteilung und zur Unterstützung eines kontextbezogenen Zugriffs angeboten, welche auf der beschriebenen Spezifizierung und Klassifizierung der Inhaltsobjekte über die Metainformationen aufbauen: Die Zusatzinformationen werden dabei genutzt, um verschiedene thematische und organisatorische Sichten auf den Datenbestand zu erzeugen und so einen flexiblen Zugriff auf die benötigte Information zu ermöglichen. Durch eine thematische Klassifizierung der Inhaltsobjekte nach den in Kapitel 4.2.3 erläuterten **Strukturobjekten** können im Sinne einer dynamischen Strukturierung postkoordinative objektbezogene Sichten auf den gesamten Bestand an Inhaltsobjekten generiert und ein effizienter Zugang zur gewünschten Information geboten werden. Durch die Zuordnung der Informationen zu element- und raumbezogenen Objektkomponenten kann über diese Generierung objektbezogener Ansichten eine Art „vereinfachtes Produktmodell“ erzeugt werden: Das Objektschema wird durch die im Modul „Strukturobjekte“ spezifizierte Objektstruktur repräsentiert.

Die in der folgenden Abbildung 5.4-57 dargestellte Benutzeroberfläche des Moduls zum Informationsmanagement zeigt die verschiedenen objektbezogenen sowie organisatorischen Sichten auf die im Rahmen des Projektes erstellten Informationsobjekte.

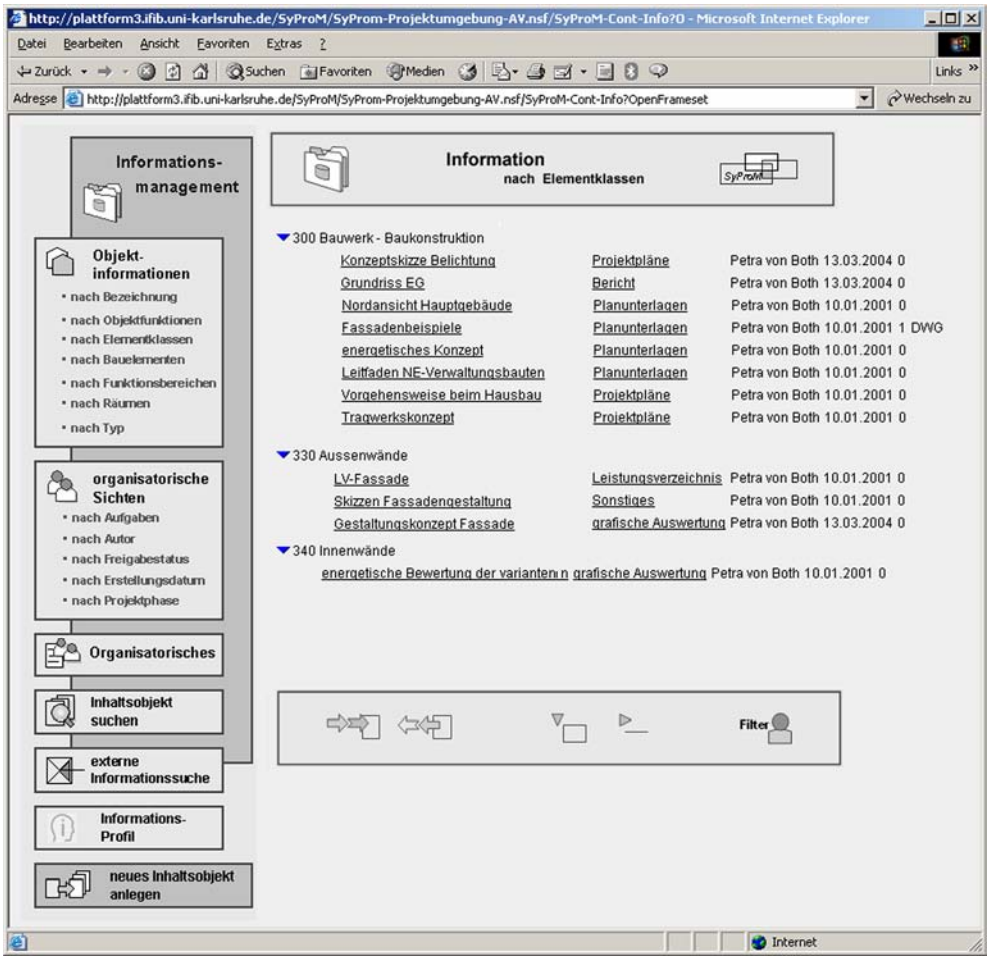


Abbildung 5.4-57: Benutzeroberfläche des Moduls zum Informationsmanagement

Das **Modulmenü** im linken Bildschirmbereich dient zur Auswahl bestimmter Inhaltsobjekt-Ansichten sowie zur Wahl des Gliederungskriteriums, nach welchem die selektierten Inhaltsobjekte kategorisiert werden sollen. Der Ansichtsbereich repräsentiert alle in der Sicht selektierten Inhaltsobjekte stellvertretend über eine Auswahl tabellarisch angeordneter Metainformationen, welche im Sinne einer Informationsverdichtung die wichtigsten Daten über die jeweiligen Inhaltsobjekte zusammenfassen. Der Zugriff auf das gewünschte Inhaltsobjekt erfolgt dann über die Aktivierung eines entsprechenden Stellvertreters (Hyperlink).

Diese dynamische sichtenbezogene Bereitstellung der Planungsinformationen umgeht die Nachteile einer rein ordnerbasierten Informationsverwaltung, welche den Zugang zur gewünschten Information nur unter Kenntnis der vorhandenen starren Ordnerstruktur ermöglicht. Als Ergänzung zu den thematischen Sichten werden zur Ermöglichung eines effizienten Zugriffs zudem Such-Funktionalitäten bereitgestellt, bei welchen auch wiederum die Metainformationen zur Spezifizierung des Suchkontextes dienen. Zudem werden verschiedene assistierende Hilfsmittel zum Informationsmanagement bereitgestellt: Ein Werkzeug zur webbasierte Suche nach projektexternen Informationen wurde als Baustein zur informationsbasierten Prozessinteraktion im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Informationslogistik [Info00] entwickelt. Ein

personenbezogener Abbonierservice und Änderungsdienst (siehe Abschnitt 5.4.6.2.3) unterstützen den Zugriff und ermöglichen eine themenbezogene Informationsverteilung.

Über den Menüpunkt „neues Inhaltsobjekt anlegen“ kann man neue Inhaltsobjekte erstellen. Beim Anlegen eines solchen Inhaltsobjektes und dem damit verbundenen Zusatzinformationen unterstützt ein Elementformular, welches bereits gewisse Vorgabewerte, dynamisch generierte Auswahllisten sowie grafikbasierte Checklisten enthält.

5.4.6.1 Verwaltung der Elemente

Bei der Bearbeitung der Planungsaufgaben entstehen vielfältige Typen von Informationen, da im Projektverlauf je nach Planungsfortschritt und Art der jeweiligen Aufgabenstellung sehr unterschiedliche Hilfsmittel zur Dokumentation der Planungsergebnisse eingesetzt werden. Zudem werden neben der eigentlichen Dokumentation der Planungsergebnisse auch gewisse organisatorische Informationen, wie Protokolle oder Berechnungen verwaltet. Um diese recht unterschiedlichen Informationen effizient verwalten zu können, werden verschiedene Typen von Inhaltsobjekten angeboten, die ergänzend zu den allgemeinen Zusatzinformationen auch typspezifische Informationen, wie z.B. einen Plancode erhalten. Im Rahmen der von der Autorin betreuten Anwendungsprojekte haben sich dabei folgende Typen von Inhaltsobjekten als sinnvoll erwiesen: Angebot, Berechnung, Bericht, Planungsdokumentation, grafische Auswertung, Kostenermittlung, Leistungsverzeichnis, Protokoll, Rechnung, Skizze, Sonstiges, textuelle Beschreibung, Visualisierung.

Basierend auf den in Kapitel 4.6.3 beschriebenen Konzepten zum Informationsmanagement werden für alle Typen von Inhaltsobjekten ein Grundgerüst von universellen, also informationstypunabhängigen Metainformationen bereitgestellt. Bezugnehmend auf die Ausführungen in Kapitel 4.6.3.1.1 werden dabei folgende Kategorien von Metainformationen angeboten:

- Identifizierende Kernangaben zur Beschreibung der Informationsinhalte
- Einordnung in den thematischen Kontext des Projektes
- Angaben zum Entstehungs- und Nutzungskontext
- Informationen zur Koordination im Planungsprozess
- Qualitätskriterien

Die folgende Abbildung zeigt ein solches Inhaltsobjekt mit den verschiedenen Kategorien an Zusatzinformationen. Unter dem Punkt **Informationsinhaltg** erfolgt die Angabe des Titels und Informationstyps sowie eine kurzen Beschreibung der Informationsinhalte. Zudem wird hier das Anhängen einer Datei als eigentlicher Informationsträger unterstützt. Für die verschiedenen Inhaltsobjekttypen werden hier zudem typspezifische Zusatzinformationen, wie z.B. ein Plancode für CAD-Pläne oder bei Protokollen eine Beschreibung der Teilnehmer und des Ortes der Besprechung, verwaltet.

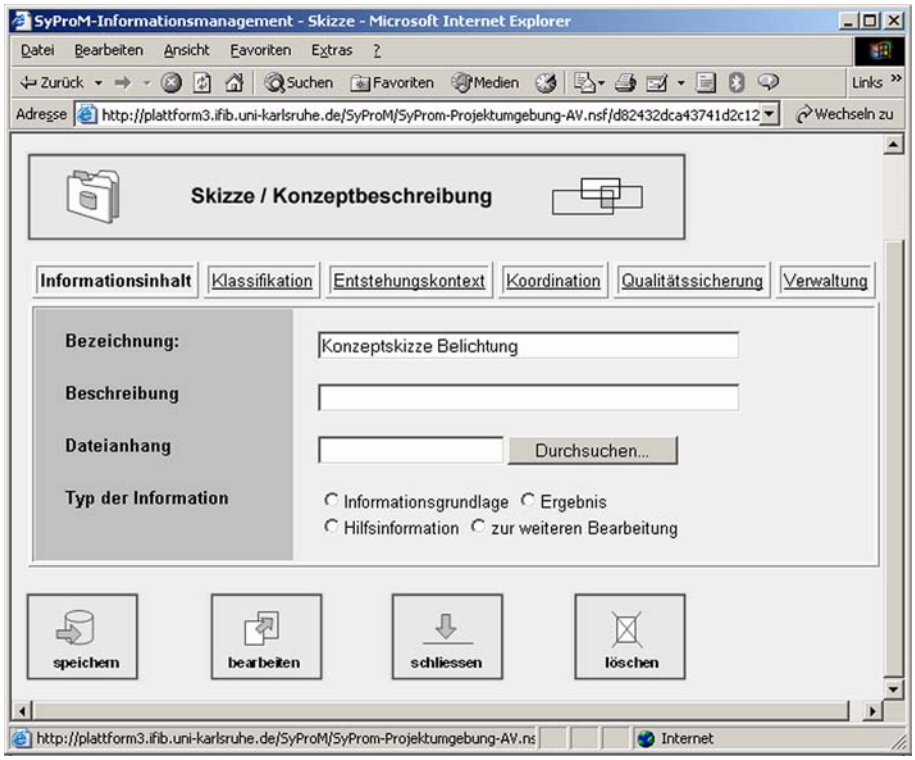


Abbildung 5.4-58:Inhaltsobjekt mit der Beschreibung der Informationsinhalte

Die Einordnung in den **thematischen Kontext** erfolgt zum einen durch eine **Klassifizierung** anhand der in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Strukturobjekte. Folgende Klassifizierungskriterien werden dabei verwaltet:

- zugehörige Lebenszyklusphase des Planungsgegenstandes
- zugehöriger funktionaler Aspekt bzw. Objektfunktion
- zugehörige Objektkomponente
- zugehöriger räumlicher Bereich

Dies ermöglicht, wie beschrieben, eine dynamische objektbezogene Aufbereitung der Informationen, welche sich an den jeweiligen Betrachtungsfokus der Planungsphase (vgl. planungsmethodisches Vorgehensmodell in Kapitel 4.7) orientiert. Über die Zuordnung zu räumlichen Funktionsbereichen kann ein planungsgleitendes Raumbuch erzeugt werden. Eine elementorientierte Zuordnung der Informationen ermöglicht die Generierung eines „vereinfachten Objektmodells“. Die Klassifizierung der Inhaltsobjekte wird durch die Bereitstellung von Vorgabewerten, dynamischen Auswahllisten und interaktiven grafischen Checklisten erleichtert. Neben der thematischen Klassifizierung erfolgt die Beschreibung inhaltlicher Wechselwirkungen zwischen den Informationen, die über eine Zuordnung inhaltlich verknüpfter Innhaltsobjekte realisiert wird.

Die Beschreibung des **Entstehungskontextes** trifft Aussagen zum jeweiligen Kontext der Informationserstellung und schafft so Transparenz bezüglich des Zwecks der Information. Zudem können Angaben über die Art und Weise der weiteren Informationsnutzung gemacht werden.

Hierzu erfolgt eine Zuordnung zur Planungsaufgabe, bei deren Bearbeitung die Information entstand, sowie ein Verweis auf die zugehörige Projektphase. Unter dem Punkt „Bemerkungen“ kann der Autor die Rahmenbedingungen der Informationsentstehung und eventuell vorhandenen Problempunkte bei der Bearbeitung vermerken. Im Feld „Bearbeitungshinweis“ kann man zudem Hinweise zum weiteren Umgang mit der Information geben und den eventuell bereits bekannten Nutzungskontext beschreiben. So kann z.B. über das Feld „Relevanz für die Entscheidungsfindung„ vermerkt werden, ob die Information für die Beurteilung der Zielerfüllung eine relevante Informationsgrundlage darstellt. Die Angabe der Relevanz für andere Lebenszyklusphasen, wie z.B. Erstellung oder Betrieb ermöglicht eine relativ einfache Überführung relevanter Informationen in ein für die jeweilige Lebenszyklusphase initiiertes Projekt.

Unter dem Punkt **Koordination** erfolgen Angaben zum eigentlichen Prozess der Informationsbearbeitung, wie Autor, letzter Bearbeiter, laufende Workflows, Größe und Anzahl der aktuellen Dateianhänge. Zudem wird der aktuelle Status der Information verwaltet sowie die Informationshistorie in Form eines „Logbuches“. Bei Erzeugung einer neuen Dokumentversion wird hier zudem das Ursprungsdokument verwaltet. Die folgende Abbildung zeigt die Elementmaske mit dem Menüpunkt „Koordination“.

Abbildung 5.4-59: Inhaltsobjekt mit Informationen zur Koordination im Planungsprozess

Zur Gewährleistung einer prozessbezogenen **Qualitätssicherung** ist es wichtig, über Anforderungen an die zu erzeugenden Inhaltsobjekte gewisse Projektstandards zu spezifizieren. Gerade die Festlegung von Konventionen bezüglich den zu benutzenden EDV-Werkzeugen und die Festlegung bestimmter Datei- bzw. Austauschformate erwiesen sich bei den im ifib betreuten Anwendungsprojekten [BoSc00] als ein essentieller Punkt. So können z.B. Forderungen hinsichtlich des Dateiformats oder der Art der Lösungsdokumentation an die jeweiligen Inhaltsobjekte gestellt werden. Auch Konventionen bezüglich des Aufbaus der Information bzw. der inneren Informationsstruktur, wie z.B. die Festlegung standardisierter Planmaßstäbe oder die Lay-

erbelegung bei CAD-Plänen können im Inhaltsobjekt als verbindliche Vorgaben festgeschrieben werden. Durch die Bereitstellung von Mechanisamen zur Überprüfung dieser Qualitätskriterien, wie z.B. die Überprüfung des Dateiformates der Dateianhänge hinsichtlich der zulässigen Formate, erfolgen vor Initiierung des Speichervorgangs.

Die Regelung von Schreib- bzw. Bearbeitungsrechten erfolgt bezugnehmend auf [Müll99] über das Prinzip der "informationellen Selbstbestimmung". Dies bedeutet, dass ein Akteur für ein von ihm erzeugtes Inhaltsobjekt entsprechende Schreibrechte an andere Projektbeteiligten vergeben kann. Der Erzeuger des Inhaltsobjektes behält dabei weiterhin seine Schreibrechte und kann diese den von ihm berechtigten Personen auch jederzeit wieder entziehen.

Um den Aufwand zur Informationseingabe zu erleichtern, werden die genannten Metainformationen soweit wie möglich vom System selber generiert bzw. errechnet, wie z.B. Autor oder Datum, zum Teil vom Nutzer unter Assistenz durch das System hinzugefügt, wobei kontextspezifisch generierte Auswahlmenüs und grafische Checklisten den Editiervorgang unterstützen.

5.4.6.2 Assistierende Hilfsmittel zum Informationsmanagement

Um den Prozess der Informationserzeugung, Verarbeitung und Nutzung zu unterstützen, werden in diesem Modul die im weiteren erläuterten assistierende Hilfsmittel angeboten.

5.4.6.2.1 Einbindung von Adhoc-Workflow-Mechanismen

Eine wichtige Funktionalität zur Unterstützung einer verteilten prozessorientierten Kooperation stellt die Einbindung von Mechanismen zum **Adhoc-Workflow** dar. Hierzu werden drei einfache Workflow-Typen eingebunden, die im Rahmen vorhergehender Arbeiten [Müll99] entwickelt wurden:

- zur Kenntnisnahme
- zur Bearbeitung
- zur Abstimmung

Diese bauen alle auf einem einstufigen und vom System gesteuerten Informationsflussmodell *(Initiator →n-Empfänger →Initiator)* auf, wobei die Empfängerliste zu den im Modul „Projektorganisation" (vgl. Abschnitt 5.4.5) verwalteten Projektmitgliedern Bezug nimmt. Alle Workflow-Typen verlangen innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls, welches der Initiator frei spezifizieren kann, vom Empfänger eine aktive Rückmeldung. Diese stellt im Falle „**zur Kenntnisnahme**" eine einfache Bestätigung durch den Empfänger dar. Bei der „**Abstimmung**" füllen die Empfänger spezielle Antwortformulare aus, welche das eigentliche Abstimmungsergebnis beinhalten sowie einen Kommentar. Im Rahmen eines Workflows **„zur Bearbeitung"** kann der Informationserzeuger anderen Projektmitglieder zur Bearbeitung eines konkreten referenzierten Dokumentes auffordern. Hierbei werden dieser Person für einen zeitliche befristete Dauer konkrete Editierrechte an diesem Inhaltsobjekt vergeben und nach erfolgter Bearbeitungsrückmeldung oder Abbruch des Workflows seitens des Initiators wieder entzogen. Bezüglich einer detaillier-

ten Erläuterung sei auf den von [Müll99 sowie INTE00] entwickelten virtuellen Projektraum verwiesen.

5.4.6.2.2 Einbindung von Mechanismen zur Archivierung und Versionierung

Bezugnehmend auf die in Kapitel 4.6.4 beschriebenen Methoden zur Editierung der Inhaltsobjekte werden neben dem Erstellen, Bearbeiten und Löschen einer Information auch Mechanismen zur Versionierung und Archivierung bereitgestellt. Hierzu werden in der Maske des Inhaltsobjektes entsprechende Aktionsknöpfe vorgehalten. Über den Aktionsknopf „Kopie erstellen“ wird das Anlegen einer neuen **Kopie** eines Inhaltsobjektes ermöglicht. Hierbei gehen die Bearbeitungsrechte der Kopie an den Kopierenden über. Zur besseren Koordination wird im Ursprungsdokument die Kopieraktion sowie eine Referenz auf die Kopie vermerkt. Zur Besseren Handhabung im Kooperationskontext wird zudem das Erstellen neuer **Versionen** eines Inhaltsobjekte ermöglicht. Hier bleiben die Bearbeitungsrechte entsprechend den Vorgaben des Vaterdokumentes erhalten. Dort wird zudem als Äquivalenzrelation eine Referenz auf alle abgeleiteten Informationsversionen verwaltet. Um wichtige Planungsstände verbindlich festschreiben zu können, wird eine **Archivierung** von Inhaltsobjekten mit einer Aufhebung der weiteren Editierbarkeit verbunden. So können rechtlich verbindliche Informationsstände festgehalten werden. Um weiterhin auf diese Informationsinhalte schreibend zuzugreifen, können entsprechende Kopien (s.o) des archivierten Inhaltsobjektes erzeugt werden.

5.4.6.2.3 Das dynamische Infoprofil

Das „**Infoprofil** stellt einen Abonnierservice dar, welcher durch Spezifikation eines thematischen oder organisatorischen Interessenbereiches eine kontextbezogene Verteilung der Inhaltsobjekte erlaubt. Den Projektbeteiligten wird hiermit ermöglicht, ihr Bezugsprofil für Informationen dynamisch ihrer momentanen Arbeitssituation und entsprechend den zu bearbeitenden Aufgaben anzupassen und selber zu definieren, bei Erzeugung oder Änderung welcher Informationen sie benachrichtigt werden möchten. Die Auswahl der zu abonnierenden Informationen erfolgt über verschiedene organisatorische und thematische Klassifikationskriterien (Auswahl entsprechender Metainformationen). Die hierzu bereitgestellte Benutzeroberfläche zur Infoprofil-Auswahl ist in Abbildung 5.4-60 dargestellt.

Zusätzlich kann auch der Bezugsrhythmus, bezogen auf den Informationstyp festgelegt werden. Daneben können Ereignistypen bzw. Dokumentaktionen festgelegt werden, bei deren Eintreten diese Hinweise versandt werden.

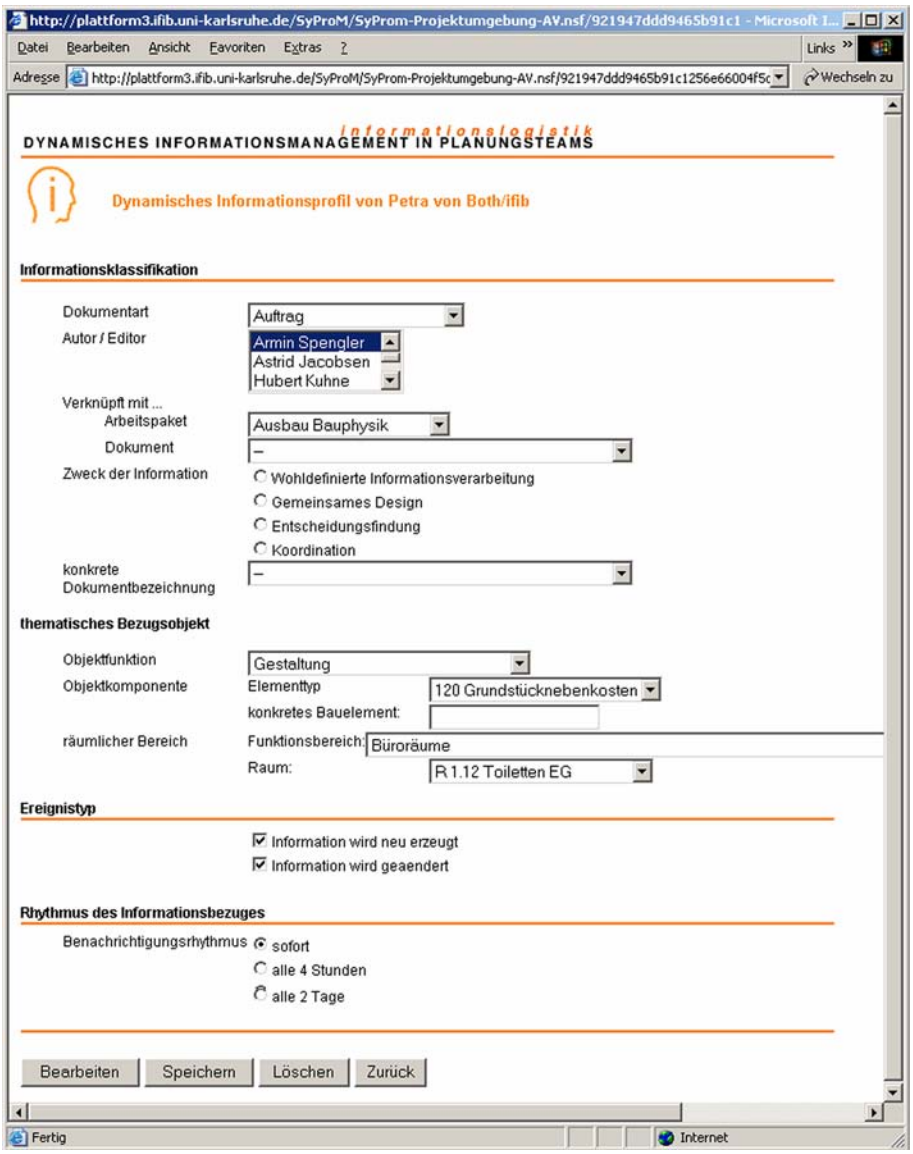


Abbildung 5.4-60: Eingabemaske der Infoprofil-Auswahl

Die Infoprofil- Benachrichtigung

Werden nun im Modul zum Informationsmanagement Informationen bzw. Inhaltsobjekte neu erzeugt oder bearbeitet, die auf das Infoprofil einer Person passen, so wird vom System eine Infoprofil-Benachrichtigung mit Referenzen auf die entsprechenden Inhaltsobjekte an diese Person versandt. Wie in Abschnitt 5.4.9.1 beschrieben, verfügt jeder Projektbeteiligte über eine persönliche systeminterne Maildatenbank. Das Abrufen der Benachrichtigung geschieht über das Öffnen dieser persönlichen Projekt-Mailbox, die man über die Haupt-Benutzeroberfläche der Projektumgebung erreichen kann. Die folgende Abbildung zeigt eine Infoprofil-Benachrichtigung mit Referenzen zu den entsprechenden Informationen. Dabei werden die Informationsreferenzen den entsprechenden Infoprofilauswahlen zugeordnet.

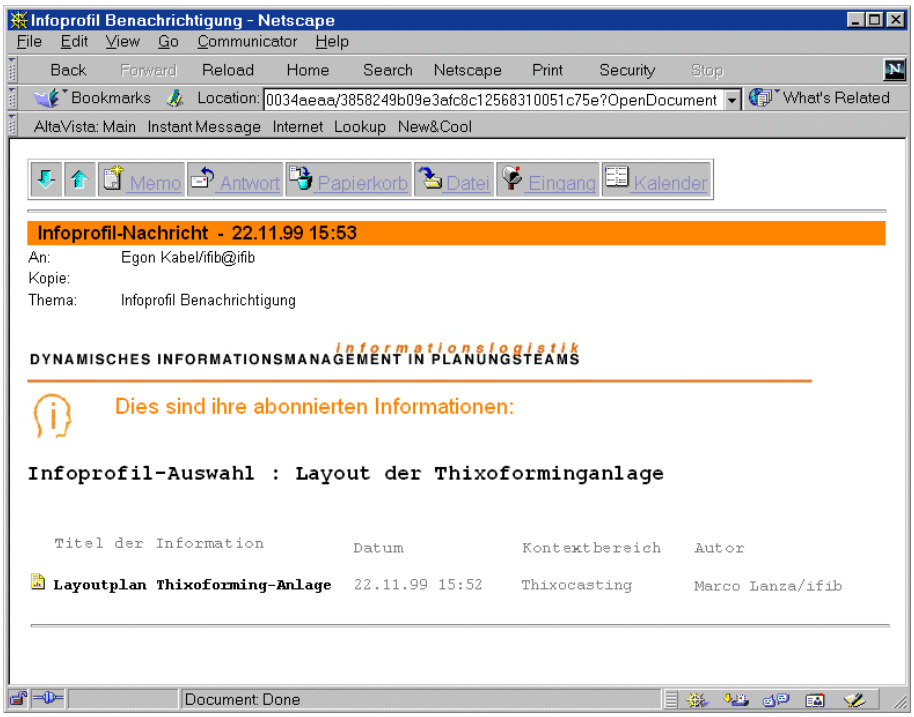


Abbildung 5.4-61: Infoprofil-Benachrichtigung mit Verweisen auf abonnierte Dokumente

Änderungsdienst

Während des Projektes kann man Informationen nicht nur allgemein über die Klassifikationskriterien des Infoprofils auswählen, sondern auch einzelne Dokumente aus der Datenbank für das Abonnement selektieren. Das Informationsprofil wird hierzu durch einen Änderungsdienst ergänzt. Dieser erlaubt es, konkrete Inhaltsobjekte zu abonnieren, bei deren Änderung man benachrichtigt wird. Der Änderungsdienst des dynamischen Infoprofils automatisiert so den Such- bzw. Kontrollvorgang. Nehmen andere Planungsbeteiligte Änderungen an diesem abonnieren Inhaltsobjekt vor, so erhält der Änderungsdienst-Abonnent eine Hinweisnachricht mit einer Referenz auf diese geänderte Information. Auf diese Weise wird die Voraussetzung dafür geschaffen, dass die Projektbeteiligten stets auf Grundlage die aktuellen Versionen der Informationen kooperieren können. Bezüglich weiterführender Erläuterungen zum Informationsprofil und dem Änderungsdienst sei auf das Projekt Informationslogistik [Info00] verwiesen.

5.4.7 Modul zur Verwaltung der Strukturobjekte

In diesem Modul erfolgt die Spezifikation und Verwaltung des in Kapitel 4.2 beschriebenen **Objektstrukturmodell** anhand des Systems der **Strukturobjekte**. Diese Strukturobjekte repräsentieren als eine Art „Ordnungsstruktur“ die Strukturierungsregeln für die Elemente des Projektmodells (Kooperationselemente) und werden als Klassifikationskriterien zur Beschreibung des thematischen Planungskontextes genutzt. Die projektbezogene Entwicklung dieser Kriterien

und deren durchgängige Nutzung als Begriffsontologie zur Klassifizierung ermöglicht eine konsistente thematische Synchronisation.

Die Aufgabe des hier beschriebenen Moduls ist die Unterstützung der Erarbeitung und Verwaltung dieser Strukturobjekte. Sie werden als konkrete Ausprägungen der Strukturierungskriterien projektspezifisch erarbeitet, so dass sie auf den jeweiligen Projekttyp und dessen Inhalt ausgerichtet werde können. Das Modul untergliedert sich – in Analogie zu den bereits beschriebenen Hauptmodulen – ebenfalls in eine Nutzungsebene, in welcher der Zugriff auf die bereits erarbeiteten und freigegebenen Strukturobjekte unterstützt wird, und eine Organisationsebene, die der projektspezifischen Erarbeitung und Anpassung der Strukturobjekte dient.

Die in der Nutzungsebene bereitgestellten Strukturobjekte beschreiben unter anderem den Planungsgegenstand. Sie repräsentieren dabei als vernetzte Begriffssysteme das Objektsystem (vgl. Objektstrukturmodell in Kapitel 4.2.2.3) als eine Art „vereinfachtes Produktmodell“. Die folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Sichten, über die das Objektsystem im Verlauf des Projektes erschlossen werden kann.

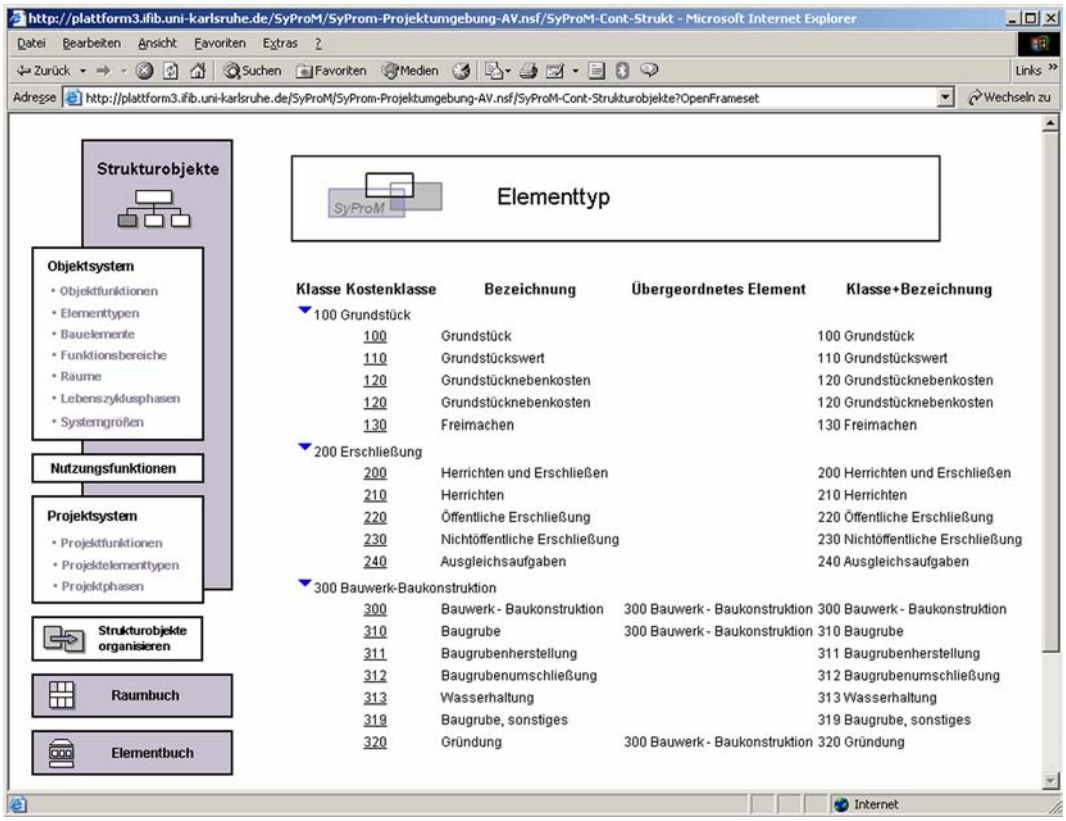


Abbildung 5.4-62: Benutzungsoberfläche zur Verwaltung der Strukturobjekte

Bezugnehmend auf das in Kapitel 4.7 beschriebene planungsmethodische Vorgehensmodell kann in frühen Projektphasen eine **funktionale Beschreibung** der Objektstruktur erfolgen. Es folgt die Erarbeitung allgemeiner Konstruktions- und Entwurfsprinzipien, welche über sogenannte **Elementtypen** abgebildet werden können. Auch die hieraus abgeleiteten **konkreten Bauelemente** finden Berücksichtigung, wobei über eine ergänzende Zuweisung beschreiben-

der Attribute ein vereinfachtes Objektdatenmodell erstellt werden kann, das z.B. im Rahmen der zielorientierten Bewertung von Planungsergebnissen als Grundlage des Soll-Ist-Vergleiches herangezogen werden kann. Über diese Bauelemente wird zudem, wie im folgenden Abschnitt noch genauer erläutert, eine Schnittstelle zu der Software Legoe [LEGO03] und dem hiermit verwalteten Gebäudemodel [Köni99] hergestellt. Eine raumorientierte Betrachtung wird über die Bereitstellung von **nutzungsbezogenen Funktionsbereichen** sowie **konkreten Räumen** ermöglicht, welche sich aus den übergeordneten Nutzungsfunktionen der Umgebungssysteme (vgl. Kapitel 4.2.3.1.3) ableiten.

Die Erfassung und Verwaltung der **Objektlebenszyklusphasen**, welche eine Zuordnung der Kooperationselemente, wie Anforderungen, Aufgaben oder Prozesse, nach Lebenszyklusphasen unterstützt, ermöglicht eine vertikale Integration der Prozesse. Die Verwaltung der objektbeschreibenden **Systemgrößen**, wie Finanzen, Energie, Stoffe und Informationen, unterstützt die Vorgabe, Analyse und Beschreibung dieser Größen als Flussgrößen über diesen gesamten Lebenszyklus des Objektes.

Wie in Kapitel 4.2.3.2 ausführlich beschrieben, dienen auch Elemente des Projektsystems selber als Strukturobjekte. Hierüber kann eine strukturierte Verwaltung der Managementdaten, wie z.B. der Projektanforderungen (vgl. Kapitel 4.3.3.3.2) durch Zuordnung an die im Rahmen des Projektes zu vollbringenden **Projektfunktionen** realisiert werden. Die anhand des Projektmodells beschriebenen Regeln zur Entwicklung und Handhabung der Kooperationselemente können durch Erfassung von **Projektelementtypen**, wie z.B. Teams (wie in Kapitel 4.2.3.2.3 beschrieben als generische Instanz der Klassen der Kooperationselemente) und konkrete Instanzen der Klassen, wie z.B. an bestimmte organisatorische Rollen, sowie deren Zuordnung zu Projektanforderungen realisiert werden. Durch die Erfassung der Projektfunktionen wird zudem eine funktionale Leistungsbeschreibung des Projektes unterstützt.

Da die hier aufgelisteten Strukturobjekte als Klassifizierungskriterien für die Kooperationsobjekte des Projektes dienen, können über diese Bezugsobjekte objektbezogene Sichten auf die Planungsprozesse und objektbezogenen Informationen generiert werden. Im Bereich der Architekturplanung haben sich hier speziell eine raumbezogene und eine bauelementbezogene Sicht als sinnvoll erwiesen. Das hier beschriebene Modul hält so als assistierende Werkzeuge ein sogenanntes **Raumbuch** sowie eine **Elementbuch** bereit, welches einen effizienten Zugang zu raum- und bauteilbezogenen Informationen, Anforderungen und Planungsprozessen ermöglicht.

Die Zuordnung der Kooperationselemente, wie Anforderungen oder Arbeitspakete, zu den hier spezifizierten Strukturobjekten wird in den verschiedenen Elementmasken der Kooperationsobjekte unter dem Punkt „Klassifikation“ unterstützt (vgl. z.B Abbildung 5.4-22). Die in dem hier beschriebenen Modul erstellten Strukturobjekte dienen dabei zur Generierung dynamischer Auswahllisten, so dass die Erfassung einer Strukturdynamik möglich wird.

Die projektspezifische Erarbeitung und Organisation der Strukturobjekte erfolgt durch die Inhaber der organisatorischen Rolle „inhaltliche Koordination“ (vgl. Abschnitt 4.4.3.3) in der rollenbezogen zugangsbeschränkten Organisationsebene.

5.4.7.1 Die Organisationsebene

Die Handhabung der Strukturobjekte als klassifizierende Begriffsnetze setzt das Vorhandensein eines kontrollierten konsistente Vokabulars voraus, so dass bei der Bildung des Struktursystems eine projektspezifische Ontologie zu definieren ist. Daher werden die Begriffsnetze der Strukturobjekte projektspezifisch ausgeprägt und als verbindliche Strukturierungskriterien in der gesamten Projektumgebung vorgegeben.

Die folgende Abbildung zeigt die Benutzungsoberfläche der Organisationsebene des Moduls, über welche die Erstellung der projektspezifischen Strukturobjekte als Instanzen der beschriebenen Objektklassen ermöglicht sowie deren Verwaltung und Freigabe unterstützt wird.

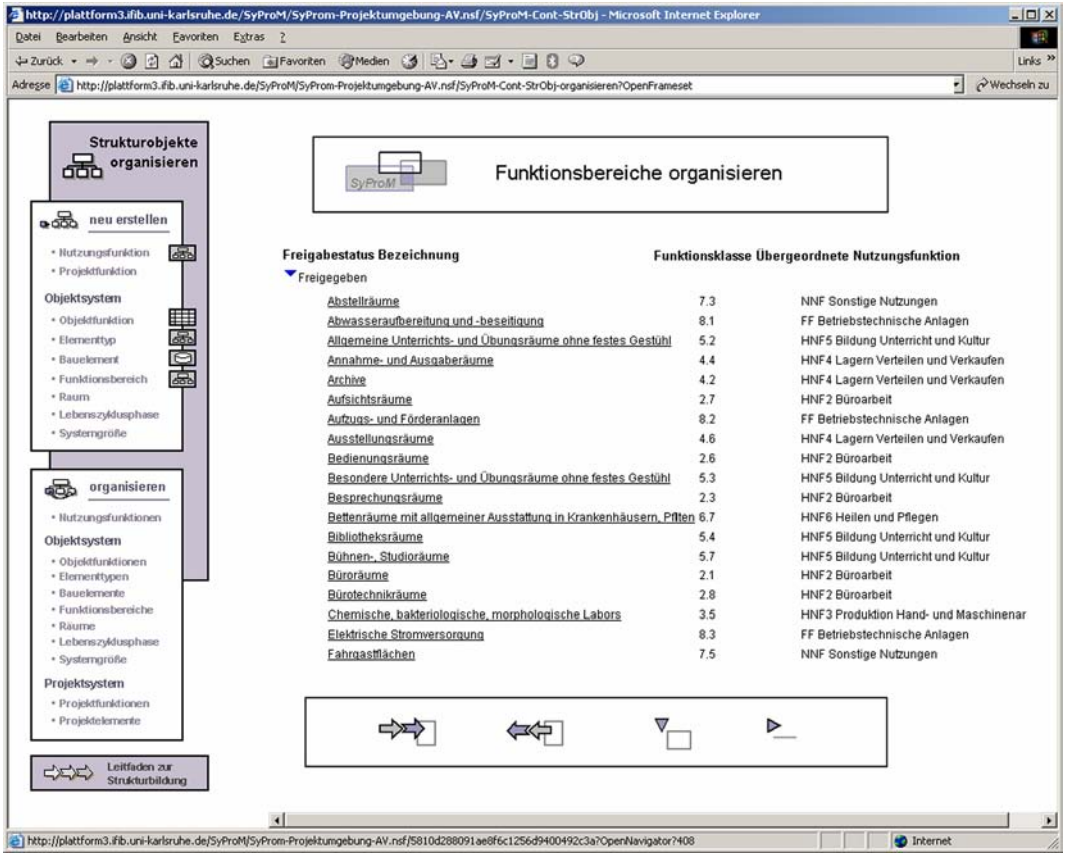


Abbildung 5.4-63: Benutzeroberfläche zur Organisation der Strukturobjekte

Wählt man unter den Menüpunkt „neu erstellen“ einen Strukturobjekttyp aus, so öffnet sich das Eingabeformular des entsprechenden Elementes. Als Hilfestellung bei der Erstellung neuer objektbezogener Strukturen werden für den Anwendungsfall der Bauplanung gewisse in der Praxis etablierte Standardstrukturen, wie etwa die in der DIN 276 [DIN 276] spezifizierten kostenbezogenen Elementtypen oder die in der DIN 277 [DIN 277] normierten nutzungsbezogenen Funktionsbereiche, angeboten. Interaktive Checklisten erleichtern dabei das Anlegen neuer Objekte und gewährleisten zudem eine gewisse Vollständigkeit und Berücksichtigung aller objektbezogenen Bereiche. Die folgende Abbildung zeigt eine solche, mit Flash [Flas03] realisierte

interaktive Checkliste. Bei Auswahl eines Begriffs wird hierzu automatisiert ein entsprechendes Strukturobjekt angelegt.

Ein weiteres Hilfsmittel zur Erfassung konkreter Bauelemente stellt eine Schnittstelle zum Legoe-Gebäudemodell [Köni99] dar. In Abschnitt 5.4.10.2 wird detailliert auf die hierzu entwickelte Schnittstelle eingegangen. Unter Angabe der zugehörigen Kostenklasse nach DIN 276 wird hier eine Auswahlliste aller in der Legoe-Datenbank [LEGO03] vorhandenen und zu dieser Elementklasse gehörigen Bauelemente angeboten. Bei Auswahl eines Elementes wird für dieses ein entsprechendes Notes-Dokument der Klasse „Bauelement“ angelegt und entsprechende Referenzen auf das Ursprungsobjekt in der relationalen Legoe-Datenbank erstellt.

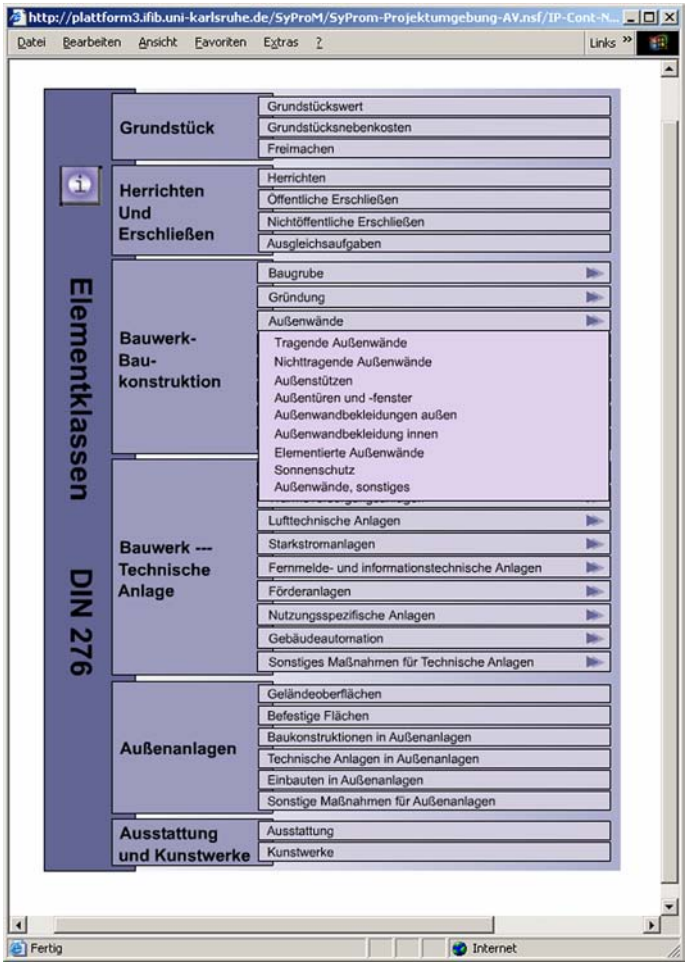


Abbildung 5.4-64: Interaktive Checkliste zur Erstellung von Elementtypen

5.4.7.2 Verwaltung der Elemente

Für jede Strukturobjektkasse wird ein spezielles Formular angeboten, so dass die Erstellung von Instanzen dieser Klasse ermöglicht wird. Bezugnehmend auf das in Abbildung 4.2-30 dargestellte ER-Diagramm werden folgende Klassen von Strukturobjekten vom System zur Verfügung gestellt:

- Strukturobjekte des Objektsystems: Objektfunktion, Elementtyp, Bauelement, räumlicher Funktionsbereich, Raum, Systemgröße, Lebenszyklusphase
- Strukturobjekte des Projektsystems: Projektfunktion, Projektelementtyp, Projektphasen

Zu jedem Strukturobjekt werden verschiedene Zusatzinformationen verwaltet, die der Einordnung des Objektes in den thematischen Zusammenhang dienen und zudem die Verwaltung des Objektes unterstützen. Diese Informationen werden, wie Abbildung 5.4-65 zeigt, unter folgenden Attributkategorien verwaltet: Allgemeines, Strukturinformationen, Objekteigenschaften, Objektanforderungen, Projektkoordination, Verwaltung.

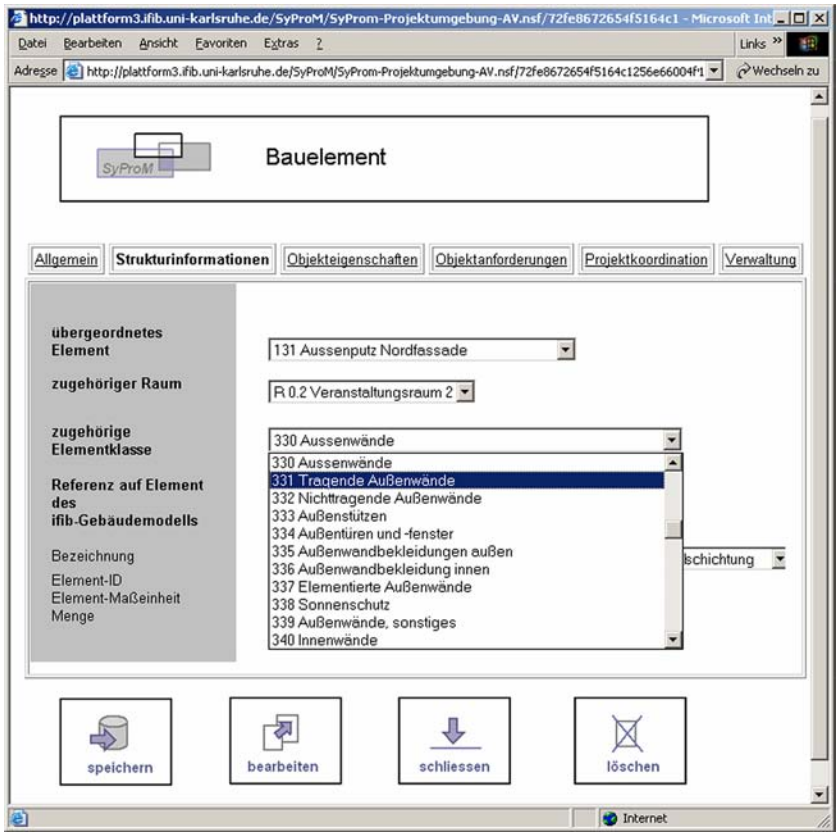


Abbildung 5.4-65: Strukturinformationen des Bauelementes

Unter diesen Kategorien werden neben allgemeinen Attributen, welche allen Klassen der Strukturobjekte zugewiesen werden können, zusätzlich auch klassenspezifische Zusatzinformationen erfasst. Anhand der Strukturobjekt-Klasse „Bauelement“ sollen die unter diesen Kategorien erfassten Informationen im folgenden Abschnitt exemplarisch erläutert werden: Unter dem Menüpunkt **Allgemeine Informationen** erfolgt die Verwaltung der Objektbezeichnung, eines Objektkürzels und einer kurzen Beschreibung des Strukturobjektes. Zudem wird eine projektspezifische Identifizierungsnummer (ID) zugewiesen.

Unter der Kategorie **Strukturinformationen** erfolgt, wie in Abbildung 5.4-65 dargestellt, die Einordnung des Objektes in den strukturellen Gesamtzusammenhang des Objektsystems. Hier geschieht die Ausprägung der Objektrelationen (vgl. hierzu auch ER-Diagramm in in Abbildung

4.2-30) durch Verwaltung der verknüpften Strukturobjekte. Für die Klasse „Bauelement“ werden hierzu Referenzen auf den zugehörigen Elementtyp verwaltet, der eine Zuordnung des Bauelementes zu den Kostengruppen der DIN 276 ermöglicht. Durch Angabe des übergeordneten Bauelementes können zudem, wie folgende Abbildung zeigt, Elementhierarchien abgebildet werden. Hierdurch können bestehende Bestandsrelationen des Bauelementes zu abgeleiteten Elementen bzw. Komponenten automatisch vom System generiert und angezeigt werden. Zur Verbesserung des Gesamtüberblickes auf das System „Gebäude“ als Planungsgegenstand listet das System zudem alle vorhandenen Bauelemente desselben Elementtyps auf.

Zur Kopplung der elementbezogenen Objektbeschreibung mit einer räumlichen Betrachtung kann das Bauelement zudem einem konkreten Raum zugeordnet werden. Hiermit können elementbezogene Informationen über den zugehörigen Raum erschlossen werden (vgl. Erläuterung des Raumbuches in Abschnitt 0).

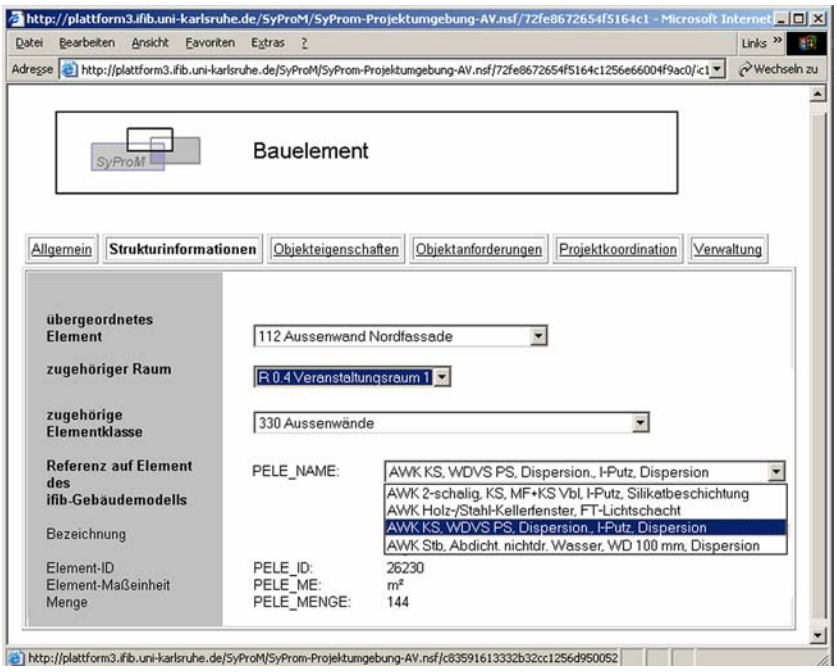


Abbildung 5.4-66: Einbindung ergänzender Informationen durch Zugriff auf das ifib-Gebäudemodell

Eine SQL-Schnittstelle [WiAx02] ermöglicht hier zudem die Erstellung von Referenzen auf Elemente des am Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) entwickelten Gebäudemodells [Köni99]. Hierüber kann, wie in folgender Abbildung ersichtlich, auf weiterführende elementbezogene Informationen, wie z.B. die zur Elementerstellung notwendigen Leistungspositionen, zugegriffen werden, welche als Basis zur Durchführung von Lebenszyklusanalysen auf Basis der Software Legoe [LEGO03] dienen. Eine genauere Erläuterung der Schnittstelle erfolgt in Abschnitt 5.4.10.2.

Unter der Attributkategorie **Objekteigenschaften** können ergänzende Objektinformationen, wie z.B. die Bauteilfunktion verwaltet werden. Wie folgende Abbildung zeigt, können im Falle eines

Fertigbauteils zudem Herstellerinformationen verwaltet werden. Das Erstellen eines Dateianhanges erlaubt die Verwaltung ergänzender Informationen zum Bauteil.

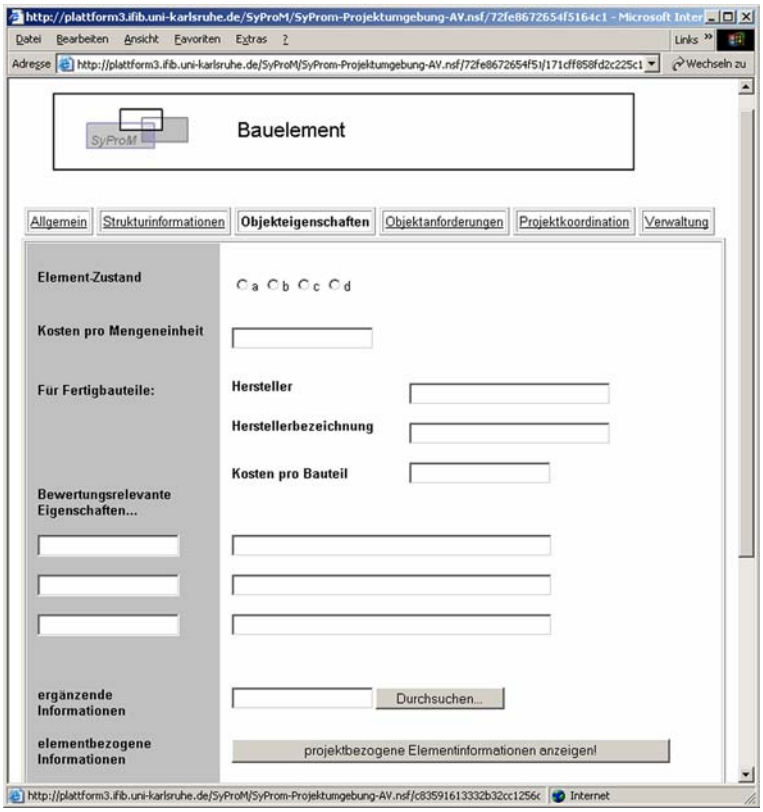


Abbildung 5.4-67: Bauelement mit Objekteigenschaften

Die eigentliche Beschreibung der Bauelemente in den elementbezogenen Planungslösungen erfolgt in der Projektumgebung, wie in Kapitel 5.4.6 erläutert, im Modul zum Informationsmanagement. Dort können die objektbeschreibenden Inhaltsobjekte, wie z.B. CAD-Pläne oder Berechnungen, anhand einer thematischen Klassifizierung bestimmten Strukturobjekten zugewiesen werden. Hierdurch wird es möglich, aus dem Dokument des konkreten Strukturobjektes bzw. in diesem Beispiel des Bauelementes heraus, automatisiert dynamische Ansichten auf diese zum Element gehörigen Inhaltsobjekte bzw. Objektinformationen zu generieren.

Konkrete Elementmerkmale, wie z.B. die geometrische Ausprägungen oder die energetischen Kennwerte, sind aus diesen komplexen Informationsobjekten, wie z.B. einem CAD-Plan, nicht direkt ersichtlich, da sie implizit vorliegen. Durch die Anwendung der im Modul Werkzeuge und Methoden (vgl. Abschnitt 5.4.8.1) vorgehaltenen Planungs- und Validierungswerkzeuge können aus den genannten Inhaltsobjekten konkrete Objekteigenschaften herausgefiltert werden und dem Bauelement als explizite Eigenschaften zugewiesen werden. So könnte z.B. im Rahmen der in Kapitel 4.3.3.6 beschriebenen Bewertungsprozesse im Rahmen des Soll-Ist-Vergleiches auf diese Informationen zugegriffen werden.

Auf die im Modul „Ziele und Anforderungen“ (vgl. Abschnitt 5.4.2) für dieses Objekt spezifizierten Soll-Eigenschaften kann unter dem Punkt **Objektanforderungen** zugegriffen werden.

Hiermit wird aus dem Dokument des Strukturobjektes ein effizienter Vergleich von geforderten und bisher realisierten Eigenschaften ermöglicht und somit ein effizientes Hilfsmittel zur Qualitätssicherung geschaffen.

Unter der Kategorie **Projektkoordination** kann auf die zu diesem Bauelement gehörigen Prozesse zugegriffen werden. Gerade für Prozesse der Bauteilerstellung kann die Prozesskoordination hiermit sehr erleichtert werden. Im Prototypen wird hier auch die Möglichkeit gegeben, prozessbezogene Constraints auf dieses Bauteil zu setzen. Neben Angabe des Constraintstyps, wie z.B. „ausschließend“ oder „konkurrierend“, können zudem Start- und Enddatum angegeben werden. In einer weiterführenden Implementierung könnten so im Rahmen der Prozesskoordination objektbezogen terminliche Kollisionen der Bauteilsrestriktionen mit den Planungs- bzw. Ausführungsprozessen detektiert werden.

Die im Abschnitt **Verwaltung** beschriebenen Zusatzinformationen dienen der besseren Handhabung und Koordination des Strukturobjektes im System. Hier wird neben dem Dokumentautor und dem Erstellungsdatum auch der Freigabestatus des Objektes verwaltet.

5.4.7.3 Assistierende Funktionalitäten

Zur Unterstützung der projektspezifischen Strukturbildung und Handhabung wurden verschiedene assistierende Funktionalitäten implementiert, die im folgenden Abschnitt erläutert werden.

Leitfaden zur Strukturbildung

Die Erarbeitung der Projektstruktur wird durch die Bereitstellung eines elektronischen Leitfadens unterstützt, welches die verschiedenen Vorgehensschritte erläutert und zudem Hilfestellung bietet bei der planungsbegleitenden Anwendung der Strukturobjekte als Klassifizierungskriterien.

Das Raumbuch

Die raumbezogene Betrachtung bzw. Beschreibung des Planungsgegenstandes stellt gerade im Rahmen der architektonischen Planung eines Gebäudes eine wichtige Bezugsgröße dar. Auch für den Zeitraum der Bauausführung und Nutzung steht neben den zu erstellenden Bauteilen der Raum als wichtiges Bezugssystem im Mittelpunkt. Um eine solche „raumbezogene Denkweise“ unterstützen zu können, scheint es notwendig, die im Projekt erstellten Informationen und Planungslösungen raumbezogen verwalten zu können. In der Planungspraxis hat sich diesbezüglich der Begriff des **planungsbegleitenden Raumbuches** [vgl. Hepe94 sowie Ding98] etabliert. Im hier erläuterten Prototypen können mittels der beschriebenen raumbezogenen Klassifizierung der Planungsergebnisse bzw. Inhaltsobjekte (vgl. Modul zum Informationsmanagement in Abschnitt 5.4.6) raumbezogene Sichten auf die Gebäudeinformationen im Sinne eines solchen Raumbuches vom System generiert werden. Die folgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche des Raumbuches.

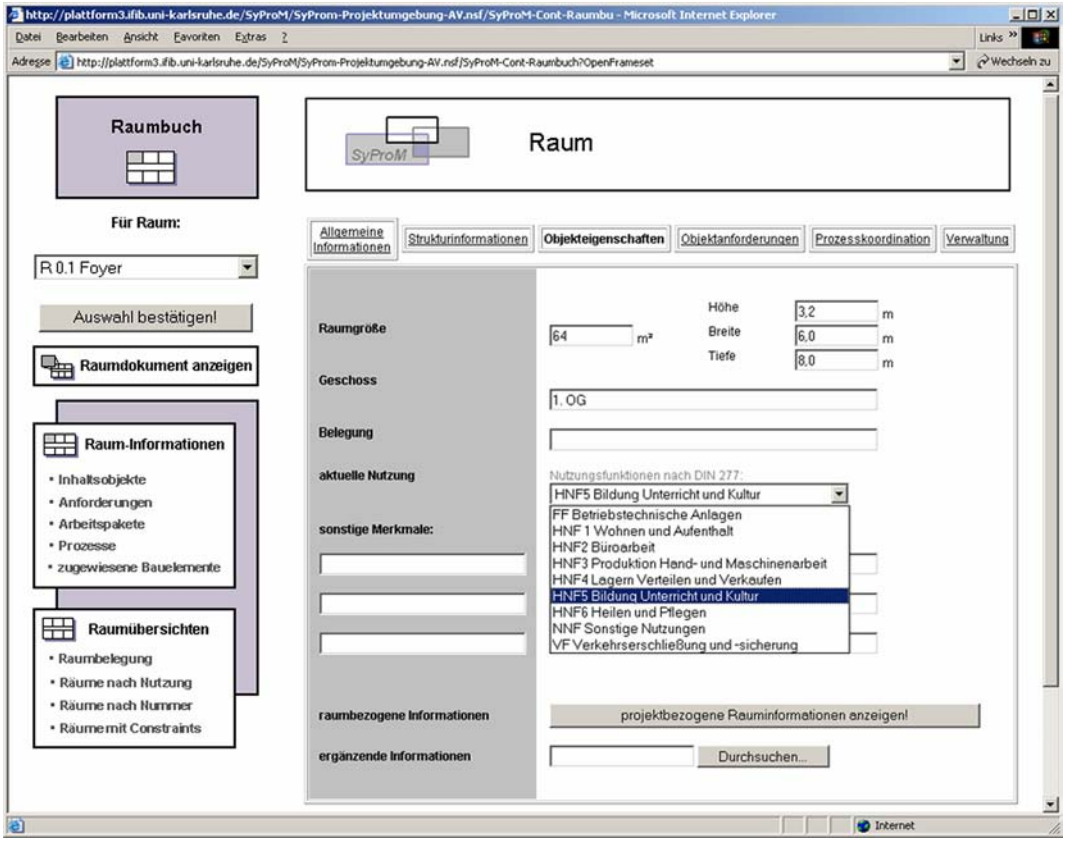


Abbildung 5.4-68: Benutzeroberfläche des Raumbuches

In diesem Raumbuch können neben themenbezogenen Raumübersichten auch Informationen zu einem konkreten Raum abgerufen werden. Eine dynamisch generiertes Menü ermöglicht hier die Auswahl des speziellen Raumes. Neben dem direkten Zugriff auf das Dokument des gewählten Raumes und den hier verwalteten Zusatzinformationen (vgl. Abschnitt 5.4.7.2) werden hier Sichten auf alle mit diesem Raum verknüpften Planungsinformationen (Inhaltsobjekte) bereitgestellt.

Der Begriff des Raumbuches kann darüber hinaus durch die Anwendung des erläuterten raumbezogenen Strukturierungsansatzes auch auf die Managementdaten des Projektes dergestalt erweitert werden, dass neben der reinen **raumbezogenen Aufbereitung von Objektinformationen** auch raumbezogene Sichten auf die Kooperationsobjekte, wie Aufgabenstellungen oder Planungsprozesse des Projektes zur Verfügung gestellt werden. So werden, wie ebenfalls in Abbildung 5.4-68 ersichtlich, alle zu einem Raum gehörigen Anforderungen (vgl. Modul „Ziele und Anforderungen“ in Abschnitt 5.4.2) in einer zur Laufzeit aktuell generierten Liste aufbereitet. Auch die zu diesem Raum gehörigen Aufgabenstellungen bzw. Arbeitspakete (vgl. Modul zum Aufgabenmanagement in Abschnitt 5.4.3) können eingesehen werden.

Zur Ermöglichung einer **raumbezogenen Koordination der Prozesse** kann an dieser Stelle zudem auf alle raumrelevanten Prozessdaten zugegriffen werden. Gekoppelt mit den im Raumdokument verwalteten terminlichen Einschränkungen (Constraints) für diesen Raum stellt dies -

besonders in der Phase der Bauausführung - eine wichtige Grundlage zum Erkennen von terminlichen Kollisionen zwischen den verschiedenen Projektfunktionen wie z.B. Bauausführung und Nutzung dar. Bezüglich einer weiterführenden Konzeption und Umsetzung solcher raum- und elementbezogenen Prozesskonflikte für den Anwendungsfall der Erneuerung unter Betrieb sei auf das Forschungsprojekt GISMO [Köni04] verwiesen.

Im Raumbuch werden darüber hinaus auch die für bestimmte Räume zuständigen Planer aufgezeigt. Eine Verknüpfung mit dem Kompetenzprofil der einzelnen Mitarbeiter gibt zudem Auskunft über kompetente Ansprechpartner für raum- und funktionsbezogene Fragestellungen. Diese auch im Elementbuch vorgesehene **raum- und elementbezogene Kompetenzlandkarte** erleichtert die Suche nach Ansprechpartnern für objektbezogene Problemstellungen. Durch die Zuordnung konkreter Bauelemente zu speziellen Räumen kann eine Kopplung der räumlichen und elementbezogenen Bezugssysteme erreicht werden. Auf Grundlage dieser Vernetzung wird im hier beschriebenen Raumbuch der Zugriff auf diese vernetzten Bauelemente ermöglicht. Neben diesen Sichten auf spezielle Raume werden verschiedene Übersichten angeboten, welche unter anderem in der späteren Nutzungsphase zur Organisation der Räume genutzt werden können. Dies sind neben einer Auflistung aller Räume nach Raumnummern, eine **Kategorisierung nach Nutzungen und Belegungen**. Zudem wird eine Sicht auf alle Räume bereitgestellt, denen prozessbezogene Einschränkungen zugewiesen wurden.

Elementbuch

Der Aufbau des Elementbuches erfolgte in Analogie zum erläuterten Raumbuch. Der Betrachtungsfokus liegt hier allerdings auf den konkreten projektspezifischen Bauelementen (vgl. Abschnitt 5.4.7.2), welche aus den allgemeinen Elementtypen abgeleitet werden können. Auch hier werden alle zu einem ausgewählten Element gehörigen Planungsinformationen bzw. Inhaltsobjekte im Sinne eines vereinfachten Produktmodells aufbereitet. Auch die Elementanforderungen, über welche die Solleigenschaften des Elementes spezifiziert werden, können hier eingesehen werden. Eine elementbezogene Verwaltung von Planungsaufgaben und Prozessen erleichtert die Koordination der Elementplanung und Erstellung.

5.4.8 Assistierende Funktionalitäten und Informationen

Neben den erläuterten Hauptmodulen hält der Prototyp der Projektumgebung verschiedenen übergeordnete assistierende Funktionalitäten zur Verfügung. Diese werden im folgenden Abschnitt erläutert.

5.4.8.1 Werkzeuge und Methoden

Die Anwendung ganzheitlicher Planungs- und Managementstrategien setzt erhöhte Anforderungen an die methodischen Kenntnisse der beteiligten Personen. Gerade die Einbindung der Planer in den Prozess des partizipativen Projektmanagements stellt die Projektbeteiligten vor neue Herausforderungen. Um hier entsprechende Hilfestellung bieten zu können, wird ein so-

genannter **Werkzeug- und Methodenkasten** angeboten, der die relevanten Methoden und einzusetzenden Werkzeuge erläutert sowie Hinweise und Beispiele zu ihrer Anwendung bereitstellt (vgl. Abbildung 5.4-69).

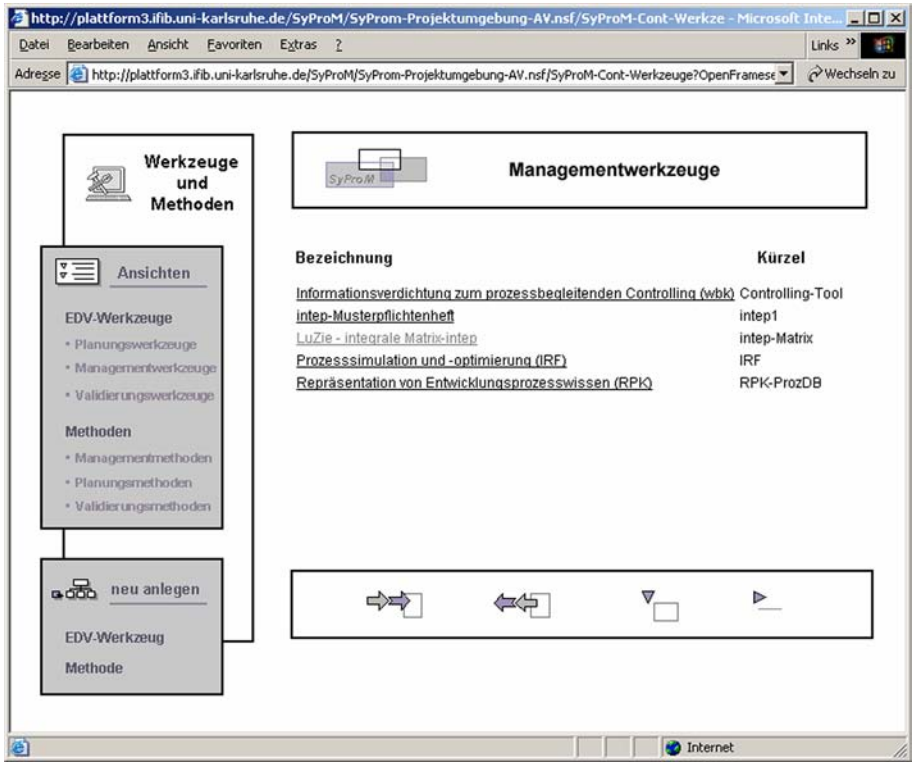


Abbildung 5.4-69: Benutzeroberfläche des Bereichs „Werkzeuge und Methoden“

Da der Anwendungskontext dieser Hilfsmittel im Rahmen der Projektdurchführung sehr unterschiedlich sein kann, findet eine Differenzierung zwischen **Management-, Planungs- und Validierungsmethoden** statt. Die folgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche dieses Bereiches, welches den effizienten Zugriff auf die vorhandenen Werkzeuge und Methoden ermöglicht und zudem das projektspezifische Anlegen weiterer Elemente unterstützt.

Die hier spezifizierten Management- und Planungsmethoden können im Modul zum Aufgabenmanagement (vgl. Abschnitt 5.4.3) bestimmten Arbeitspaketen als verbindliche Bearbeitungsmittel zugeordnet werden. Dies stellt eine wichtige Grundlage zum Qualitätsmanagement dar. Im Rahmen der methodischen Vorgehenspiloten zur Projektplanung in den verschiedenen Hauptmodulen (z.B. in dem im Abschnitt 5.4.2.3.1 beschriebenen Zielplanungspiloten) werden Referenzen auf diese Methoden und Werkzeuge angeboten.

5.4.8.2 Projektblatt mit Projektbeschreibung

Das Projektblatt enthält neben Informationen über den Auftraggeber, den Titel, den Ort und den zeitlichen Rahmen des Vorhabens auch eine Beschreibung des Projektinhaltes (vgl. Abbildung 5.4-70). In der hierin enthaltenen **Projektübersicht** werden in einem Balkenplan die einzelnen

Projektphasen grafisch dargestellt. Durch diese grafische Aufbereitung kann ein Überblick über den aktuellen Projektstand vermittelt werden.

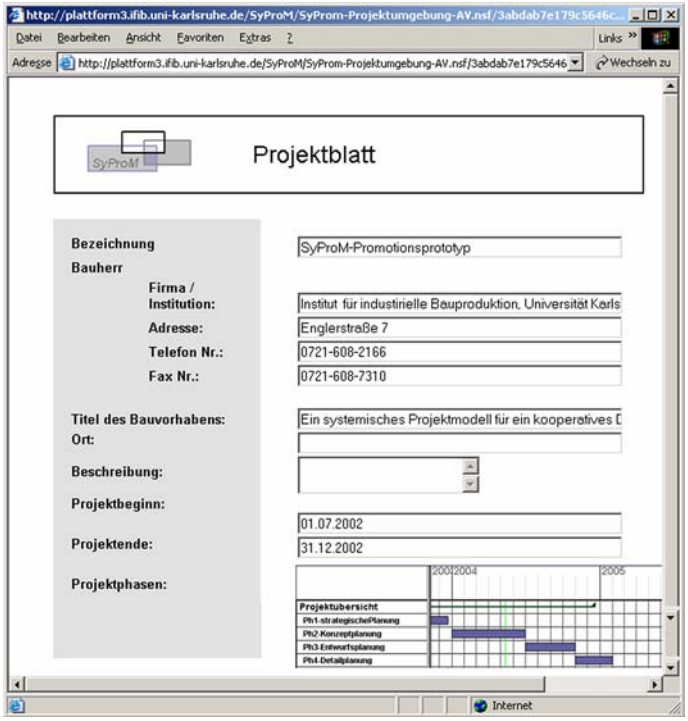


Abbildung 5.4-70: Projektblatt mit Informationen

5.4.8.3 Persönlicher Bereich

Für jeden Benutzer werden im „persönlichen Bereich“ die Informationen und Elemente zusammengestellt, die sein projektbezogenes Tätigkeitsfeld betreffen. Abbildung 5.4-71 zeigt die Benutzeroberfläche dieses Bereiches.

Ein wichtige Funktionalität ist die Bereitstellung eines **personenbezogenen Informationsmanagements**. Durch die Anwendung personenbezogener Filter werden dabei personenspezifische Sichten auf die Projektinformationen generiert. In einem persönlichen Ordner kann jeder Nutzer zudem seine personenbezogenen Informationen separat verwalten, bevor er sie zur gemeinsamen Nutzung in das Modul zum Informationsmanagement freigibt. Der jeweilige Nutzer verfügt dabei über die alleinigen Lese- und Schreibrechte für die hierin verwalteten Informationen.

Um einen schnellen Überblick über die laufenden personenbezogenen Arbeiten im Projekt bieten zu können, werden die gesammelten Koordinationsdaten zu den von der jeweiligen Person bearbeiteten Prozessen mit einer Angabe des aktuellen Status bereitgestellt. Personenbezogene To-Do-Listen führen dem Projektmitglied die von ihm zu bearbeitenden Aufgabenstellungen vor Augen.

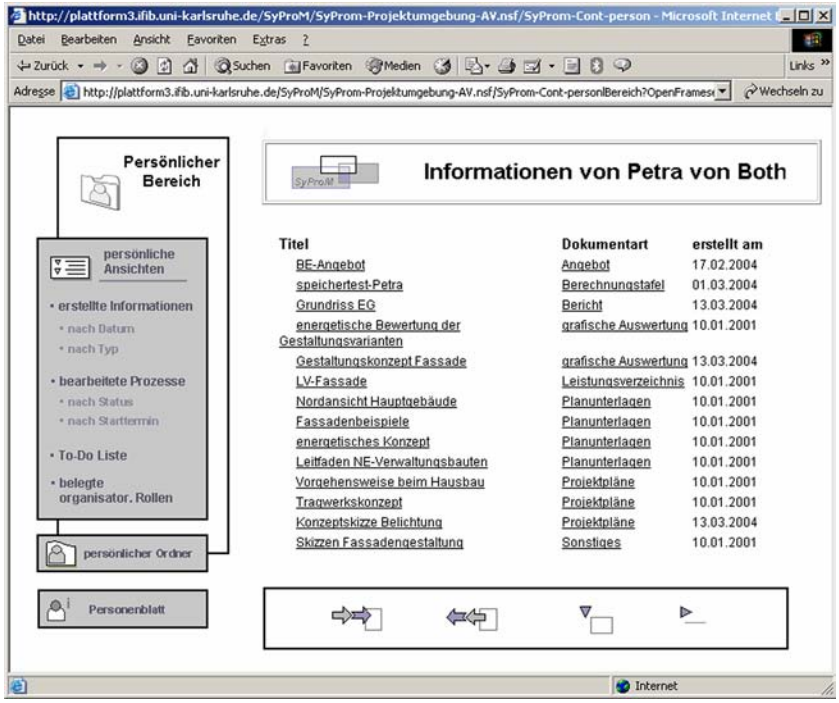


Abbildung 5.4-71: Benutzeroberfläche des persönlichen Bereiches

Zudem wird die spezifische Einbindung der Person in die Projektorganisation transparent gemacht, in dem die zur Zeit belegten fachlichen und organisatorischen Rollen zusammengestellt werden. Ein direkter Zugang zum **Personenblatt** (vgl. Abbildung 5.4-49) ermöglicht einen effizienten Zugriff auf Informationen des aktuellen Benutzers und gibt einen Überblick über die wichtigsten Personendaten, wie Kontaktadresse, Unternehmen sowie das in Abschnitt 5.4.5.3.3 beschriebene Kompetenzprofil.

5.4.8.4 Management- und Planungspilot

Die erfolgreiche Etablierung einer integralen Ansätzen folgenden Planung bzw. Projektdurchführung benötigt die explizite Abbildung einer ganzheitlichen Kooperationsmethodik und Anleitung der Projektbeteiligten zu einer entsprechenden Vorgehensweise im Planungsprozess. Bezogen auf die Objektplanung bedeutet dies die Aufbereitung und explizite Abbildung einer ganzheitlichen Planungsmethodik. Neben der Objektplanung beinhaltet die Anwendung einer solchen Kooperationsmethodik auch die Abbildung eines partizipativen Projektmanagementprozesses.

Durch die Entwicklung entsprechender Hilfsmittel und assistierender Werkzeuge wird die Anwendung einer solchen integralen Vorgehensweise entsprechend unterstützt. Die im weiteren beschriebenen Projektpiloten stellen dabei die Umsetzung der in Kapitel 4.1.4 und 4.7 vorgestellten methodischen Vorgehensmodelle zur Objektplanung und Projektplanung dar. Sie bilden die dort beschriebenen Vorgehensschritte sowie deren Vorgehensfolge ab und geben zudem eine detaillierte Beschreibung der entsprechenden Inhalte bzw. Tätigkeiten im Sinne eines as-

sistierenden Leitfadens. So können Projektbeteiligten entsprechend methodisch unterstützt durch den Planungs- und Managementprozessprozess geführt werden.

Der Managementpilot

Zur Gewährleistung des beschriebenen partizipativen Managementkonzeptes ist die Einbindung der Projektbeteiligten in den Managementprozess essentiell. Ein solcher partizipativer Ansatz erfordert allerdings erhöhte methodische Unterstützung der Projektbeteiligten bei der integrierten Projektdurchführung, da viele Planer nicht über entsprechende methodische Kompetenzen und Erfahrungen verfügen. Der implementierte Managementpilot assistiert beim Management des Projektes, indem er die Planung und Handhabung der Kooperationselemente im Rahmen der phasenorientierten Metaplanung (vgl. Kapitel 4.1.4) beschreibt und die Planer somit bei der Durchführung des Projektes assistierend als eine Art „Projektpilot“ unterstützt. Die folgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche des Managementpiloten.

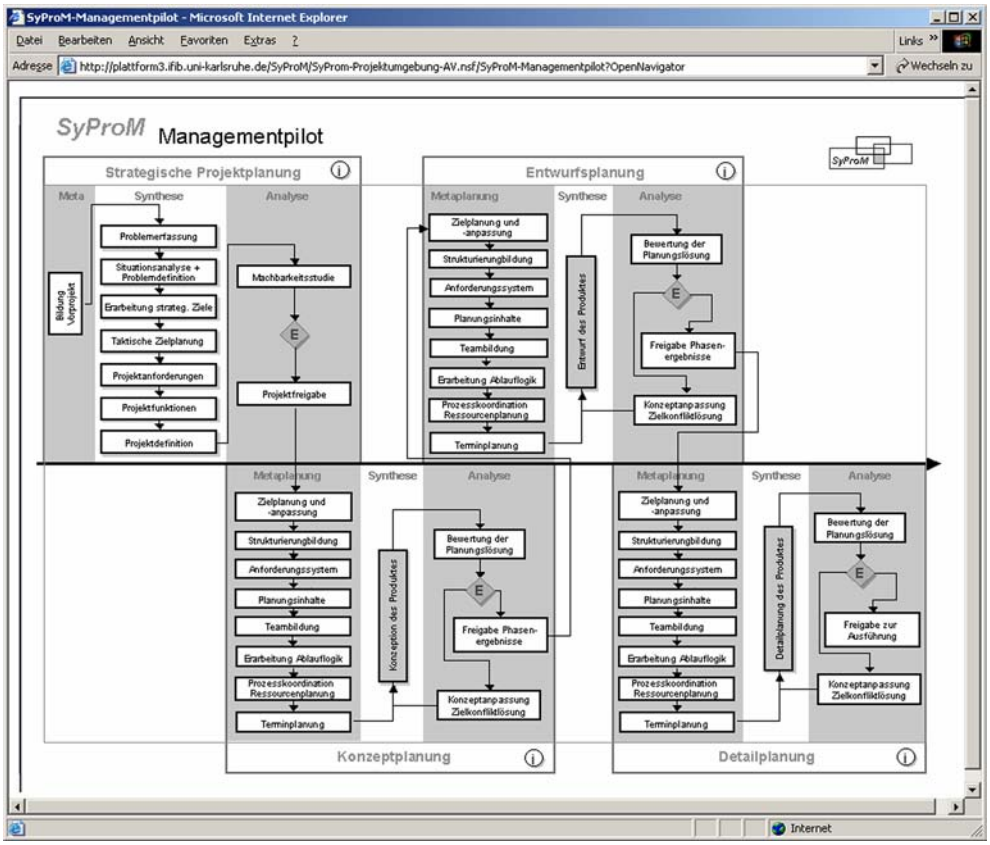


Abbildung 5.4-72: Vorgehenspilot zum Projektmanagement

Für jede Projektphase werden die verschiedenen Managementschritte aufgezeigt. Der Managementpilot stellt zudem **phasenbezogene Leitfäden** zur Erarbeitung und Handhabung der Kooperationselemente im Rahmen des Projektmanagements zur Verfügung. Eine solche **Bereitstellung von standardisierten Prozessmustern** leistet einen wesentlichen Beitrag zum Qualitätsmanagement.

Um die Übernahme dieser Managementtätigkeiten explizit abbilden und koordinieren zu können, ist für jeden Vorgehensschritt im System bereits ein Aufgabenkomplex angelegt (vgl. Modul zum Aufgabenmanagement), welcher eine Erläuterung des Schrittes beinhaltet und zudem, basierend auf dem rollenbezogenen Managementansatz (vgl. Kapitel 4.4.3.3), die Klärung der Verantwortlichkeiten für diese Tätigkeiten aufzeigt. Durch die Bereitstellung assistierender Werkzeuge und Methoden, die im jeweiligen Managementkontext sinnvoll angewandt werden können, erhalten die Projektbeteiligten weiterführende Unterstützung.

Der Vorgehenspilot zum Projektmanagement stellt den übergeordneten Vorgehensrahmen dar, in welchen die detaillierten Vorgehensschritte zur Modellierung der einzelnen Teilmodelle (Ziel- und Anforderungssystem, Organisationsstruktur und Prozessmodell) einzuordnen sind. Zu jedem Vorgehensschritt werden daher entsprechende Links zu den jeweiligen detaillierten Vorgehenspiloten in den Systemmodulen angeboten, welche die einzelnen Teilschritte dieses Managementvorganges erläutern und unterstützen.

Planungspilot

Zur Umsetzung des in Kapitel 4.7 beschriebenen planungsmethodischen Vorgehensmodells wird ein Vorgehenspilot zur Verfügung gestellt, der die **übergeordneten Arbeitsschritte zum methodischen Vorgehen** beim Entwickeln bzw. dem Entwurf von baulichen Unikaten aufzeigt.

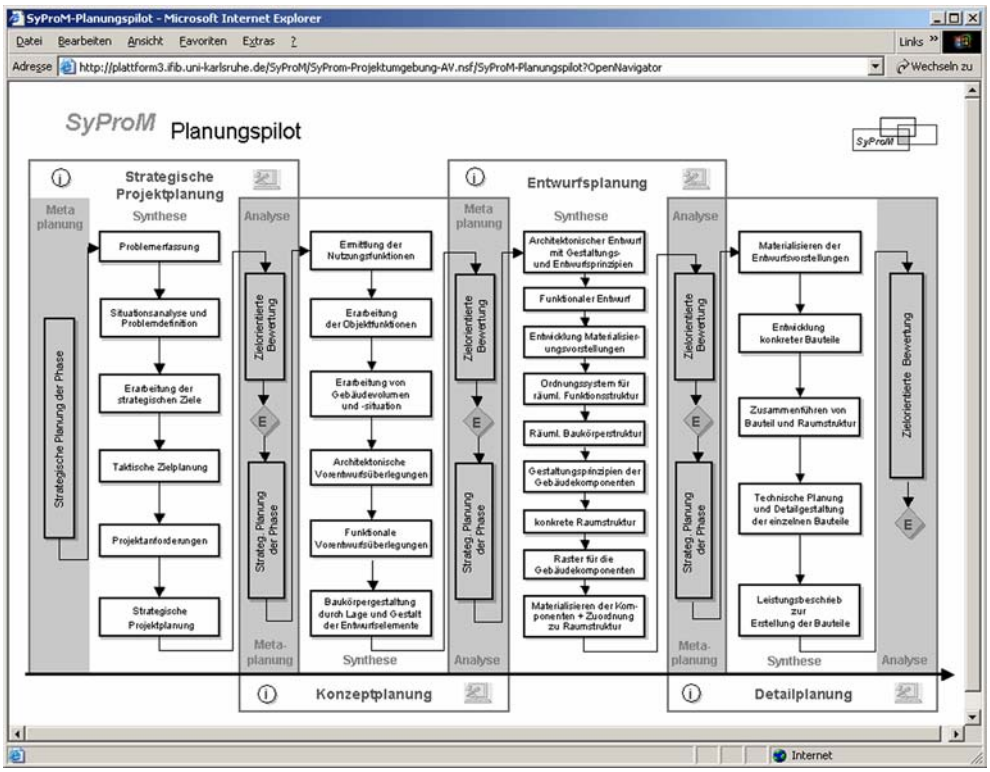


Abbildung 5.4-73: Benutzeroberfläche des Planungspiloten

Wie obige Abbildung 5.4-73 zeigt, beschreibt der Planungspilot ein Vorgehensschema, das zu einer ganzheitlichen Planung anleitet und welches eine frühzeitige Einbindung des Wissens

unterschiedlicher Fachdisziplinen im Sinne einer horizontalen Integration [Forg99] unterstützt und zudem aufbauend auf systemtechnischen Ansätzen eine phasenbezogene Konkretisierung des Planungsgegenstandes erlaubt.

Zu jeder Projektphase wird ein **Leitfaden** zur Verfügung gestellt, welcher Erläuterungen zu den einzelnen Schritten enthält und diese zudem in den Gesamtzusammenhang einbindet. Die folgende Abbildung zeigt einen solchen Leitfaden für die Phase der Konzeptplanung.

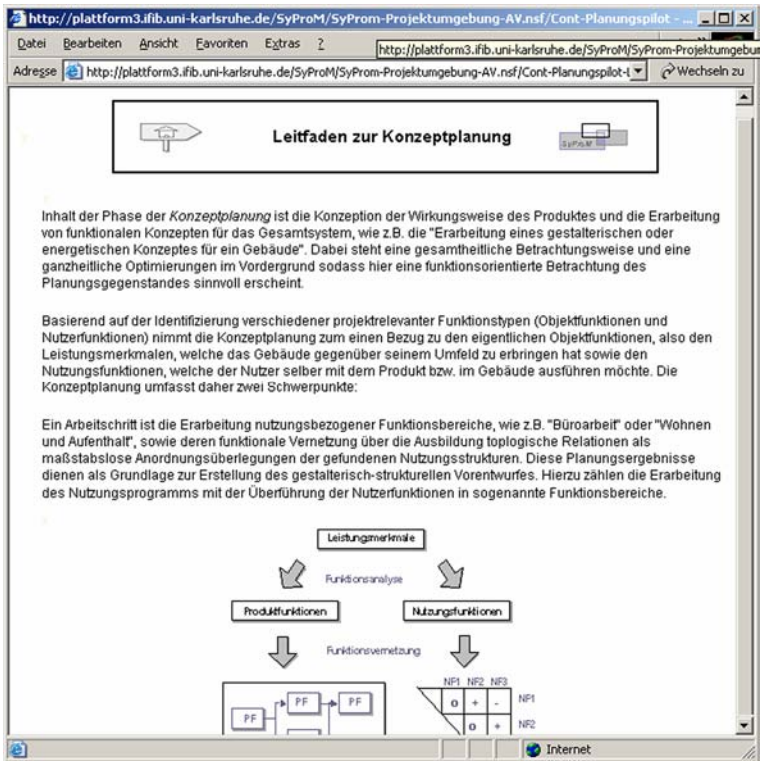


Abbildung 5.4-74: phasenbezogener Planungsleitfaden

Für jeden Vorgehensschritt des Planungspiloten ist ein Aufgabendokument (vgl. Modul zum Aufgabenmanagement in Kapitel 5.4.3) als Vorschlag angelegt, das eine detaillierte Erläuterung der Aufgabeninhalte und die dabei zu benutzenden assistierenden Werkzeuge und mögliche Methoden enthält. Hinter jeden Vorgehensschritt im Piloten wird daher ein Link auf das entsprechende Aufgabendokument bereitgestellt.

Der Pilot stellt eine Art übergeordnetes Vorgehensschema dar, das entsprechend den Rahmenbedingungen des Projektes angepasst werden kann. Aufbauend auf diesem groben Vorgehensrahmen können die detaillierten Vorgehensschritte bzw. Aufgabenstellungen entsprechend den spezifischen Themenstellung und Rahmenbedingungen erarbeitet werden. Eine assistierende Wissensbasis mit Prozesswissen um Konstruktionsprozesse (vgl. Kapitel 5.4.4.4) hilft bei der Erarbeitung der projektbezogenen Arbeitsschritte.

5.4.9 Groupwarefunktionalitäten

Als Basis der Zusammenarbeit wurden in der Projektumgebung verschiedene Werkzeuge zur Kommunikation und zum Informationsaustausch entwickelt. Diese Funktionalitäten werden im weiteren kurz erläutert.

5.4.9.1 Mailbox

Für jeden Projektbeteiligten wird über das System eine persönliche projektbezogene Mailbox bereitgestellt. Die folgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche dieser Mailbox mit den verschiedenen angebotenen Funktionalitäten.

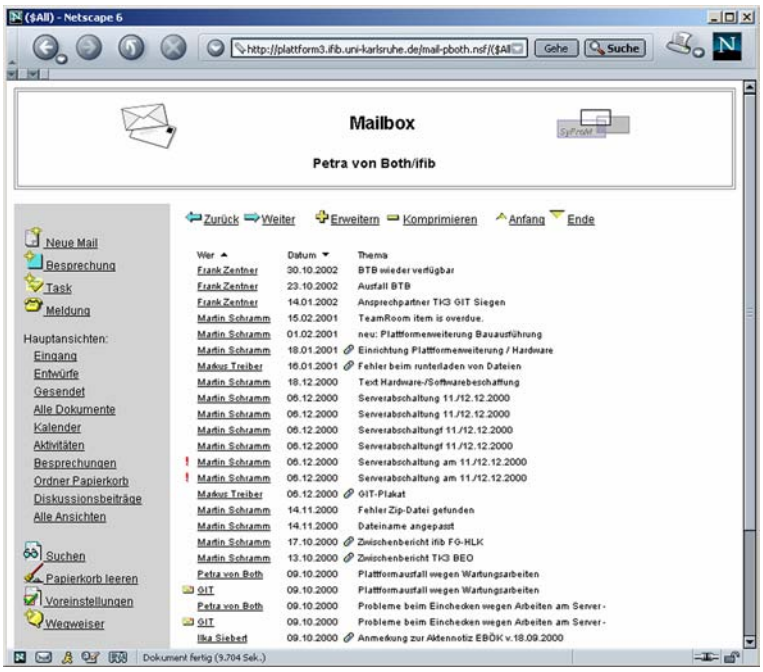


Abbildung 5.4-75: Persönliche Mailbox

Folgenden Ansichten und Ordner stehen in dieser Mailbox zur Verfügung:

- **Eingang:** Hier erscheinen Nachrichten, die andere Mail-Benutzer dem Mailbox-Inhaber gesendet haben.
- **Entwürfe:** Hier erscheinen Nachrichten, die erstellt und gespeichert, aber noch nicht gesendet wurden.
- **Gesendet:** Hier erscheinen Nachrichten, nachdem diese gesendet wurden.
- **Papierkorb:** Hier erscheinen Nachrichten, die zum Löschen markiert wurden.

Für das Erstellen neuer Mail-Nachrichten stehen drei Nachrichtentypen zur Verfügung:

- **Memo:** Zur Erstellung einer neuen Email.
- **Antwort:** Zur Erstellung einer Antwort auf eine empfangene Nachricht.
- **Antwort mit Protokoll**: Dies ähnelt der Antwort. Der Unterschied besteht darin, dass eine Kopie der zu beantwortenden Nachricht automatisch in die neue Nachricht kopiert wird.

Bei der Erstellung und dem Versenden von Nachrichten erleichtert die Bereitstellung projektbezogener Empfängerlisten die projektinterne Kommunikation. Die erläuterte Mailbox dient zudem als Grundlage zur Realisierung der in Abschnitt 4.6.3.3 dargestellten aktiven Verteilungsmechanismen des Informationsmanagements, wie Workflow-Funktionalitäten, Informationsprofil und Änderungsdienst. Hier enthält die Nachricht eine Referenz auf das relevante Inhaltsobjekt in der projektbezogeneren Datenbank. Zudem helfen Benachrichtigungen über Prozessereignisse bei der Koordination der verteilt stattfinden Planungsprozesse.

5.4.9.2 Diskussionsforum

Diese projektbezogene Diskussions-Datenbank dient dem Austausch von Gedanken und Ideen zwischen den Projektbeteiligten. So wird durch Diskussion bezüglich planungsrelevanter Themen und Problemstellungen eine bessere inhaltliche Synchronisation erreicht.

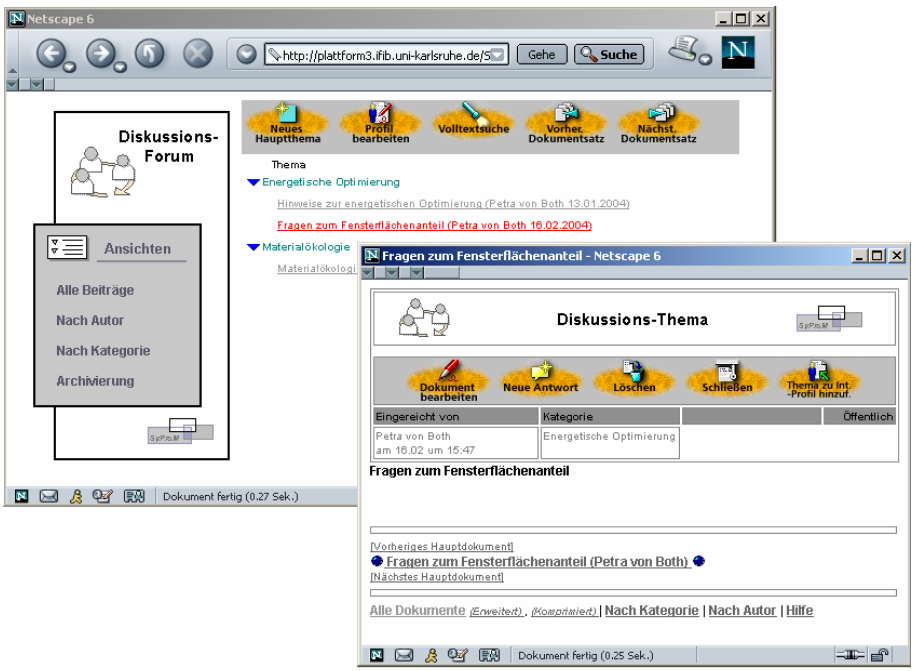


Abbildung 5.4-76: Diskussionsforum

Hierzu kann der Benutzer zum einem rein lesend auf die Datenbank zugreifen und die sich die vorhandenen Beiträge zu den Diskussionsthemen ansehen. Hierzu werden die Beträge, wie Abbildung 5.4-76 zeigt, nach den verschiedenen Themen kategorisiert aufbereitet. Dies ist besonders für neue Projektmitglieder von Nutzen, um sich einen schnellen Überblick über das

aktuelle Projektgeschehen und die zur Zeit diskutierten Themenstellungen verschaffen zu können. Dabei wird zudem ein Protokoll für Themendiskussionen wird in der Diskussionsdatenbank gespeichert. Die Projektbeteiligten können darüber hinaus auch eine aktive Rolle in der Diskussion übernehmen und ihre eigenen Beiträge zu den Diskussionsthemen einstellen. Dabei können sie auch neue Hauptthemen für die Diskussion vorschlagen.

5.4.9.3 Terminkalender

In diesem Modul werden personenbezogene Terminkalender zur Verfügung gestellt. So wird eine teaminterne Abstimmung von Projekttreffen und sonstigen Terminen erleichtert. Die geplanten Termine werden in Zwei-Tage-, Eine-Woche-, Zwei-Wochen- oder Ein-Monat-Kalenderseiten angezeigt (vgl. Abbildung 5.4-77).

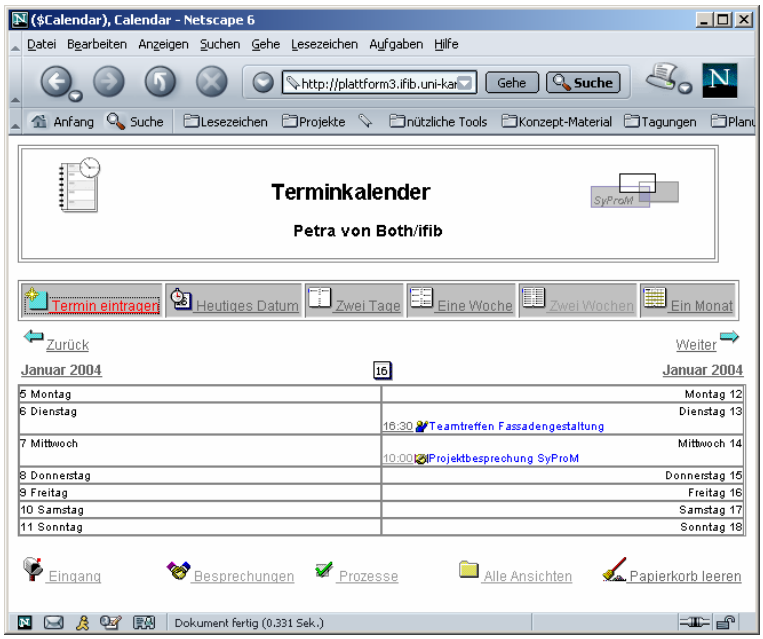


Abbildung 5.4-77: Persönlicher Terminkalender

Zur Erstellung von Termineinträgen werden verschiedene Termintypen angeboten.

- **Kalendereintrag:** Diese Maske dient zum Kalendereintrag für persönliche Termine und das Planen von Besprechungen. Um eine Besprechung mit anderen Projektbeteiligten zu planen, wählt man die Optionsschaltfläche „Einladung“. Dabei können Besprechungsankündigungen gesendet, erforderliche und optionale Teilnehmer ausgewählet sowie freie Zeitintervalle für die einzuladenden Personen gesucht werden.
- **Lesezeichen:** Lesezeichen sind Benachrichtigungen, die eine Referenz auf ein in der Datenbank enthaltenes Dokument enthalten.
- **Besprechungen:** Unter diesem Punkt erscheinen Einladungen für Besprechungen und Antworten, die von den Eingeladenen erhalten werden.

Jeder Termin kann, wie folgende Abbildung zeigt, über erläuternde Zusatzinformationen beschrieben werden, wobei Vorgabewerte und dynamisch generierte Auswahlmenüs das Editieren erleichtern. Im Falle einer Besprechung können so z.B. die vorgesehenen Teilnehmer eingetragen werden. Diese werden beim Speichern des Termins mittels einer Email über diesen Terminvorschlag benachrichtigt.

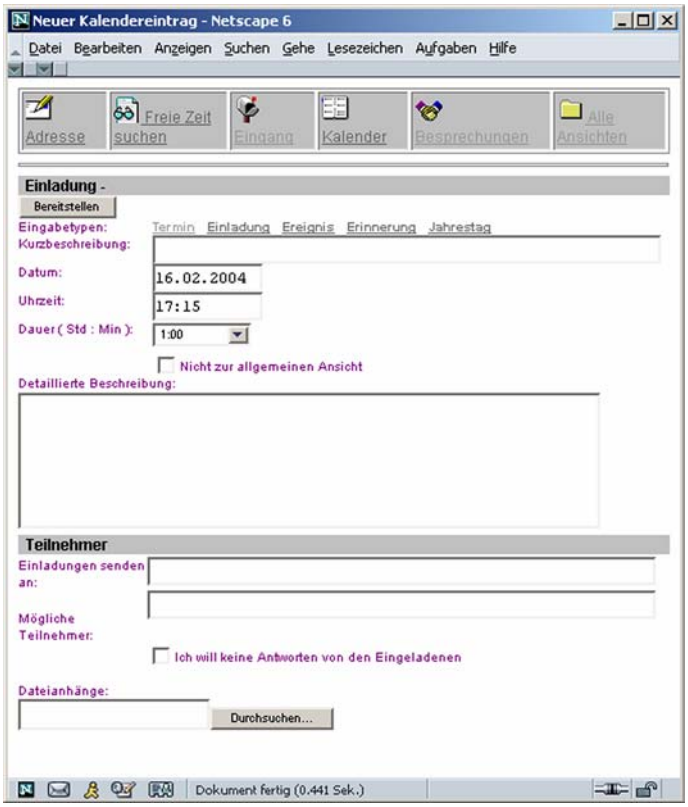


Abbildung 5.4-78: Terminkalender mit Terminformular

Im persönlichen Terminkalender werden zudem die für die Person relevanten Prozesse mit ihren Startzeitpunkten als Termine eingetragen. Über direkte Referenzen aus dem Termineintrag auf das entsprechende Prozessdokument wird ein effizienter Zugriff auf die zugehörigen Prozessdaten bereitgestellt. Der betreffende Fachplaner kann sich durch diese direkte Kopplung zwischen dem Modul zur Prozessmodellierung und seiner Termindatenbank direkt einen personenbezogenen zeitlichen Überblick über die für ihn anstehenden Prozesstermine verschaffen. So kann eine bessere persönliche Koordinierung der Termine und laufenden prozessbezogenen Arbeiten gewährleistet werden.

5.4.10 Schnittstellen und Werkzeuganbildung

Die Einbindung externer Informationen und die Anbindung webbasierter Werkzeuge setzt das Vorhandensein entsprechender Schnittstellen voraus. Für den hier vorgestellten Prototypen wurden zwei unterschiedliche Schnittstellen implementiert: Eine XML-Schnittstelle zur Einbin-

dung der in Abschnitt 5.4.4.4 erläuterten assistierenden Werkzeuge zum Prozessmanagement sowie eine ODBC-Schnittstelle zur Anbindung eines relationalen Datnbanksystems.

5.4.10.1 XML-Schnittstelle zur Anbindung externer Werkzeuge und Informationen

Im Projekt Informationslogistik [Info02 sowie GrKL03] wurden, wie in Abschnitt 5.4.4.4 erläutert, unterschiedliche Bausteine zur prozessorientierten Unterstützung verteilter Kooperationen konzipiert und rechnertechnisch umgesetzt. Durch die Schaffung einer entsprechenden Schnittstelle soll die webbasierte Anbindung dieser Werkzeuge an die Projektumgebung und der Austausch von prozess- und projektbezogener Informationen ermöglicht werden. Zur Gewährsleistung einer möglichst hohen Plattformunabhängigkeit auf seiten der anzubindenden Werkzeuge wurde die Einbindung dieser Werkzeuge auf Basis von XML (Extensible Markup Language) [W3C2] realisiert. Als strukturelle Grundlage des Datenaustausches wurde dabei eine sogenannte „Document Type Definition“ (DTD) erarbeitet, welche alle für den Austausch relevanten Elemente mit ihren entsprechenden Attributen abbildet. Die folgende Abbildung zeigt diese DTD, die als Schema in der Projektdatenbank vorgehalten wird.

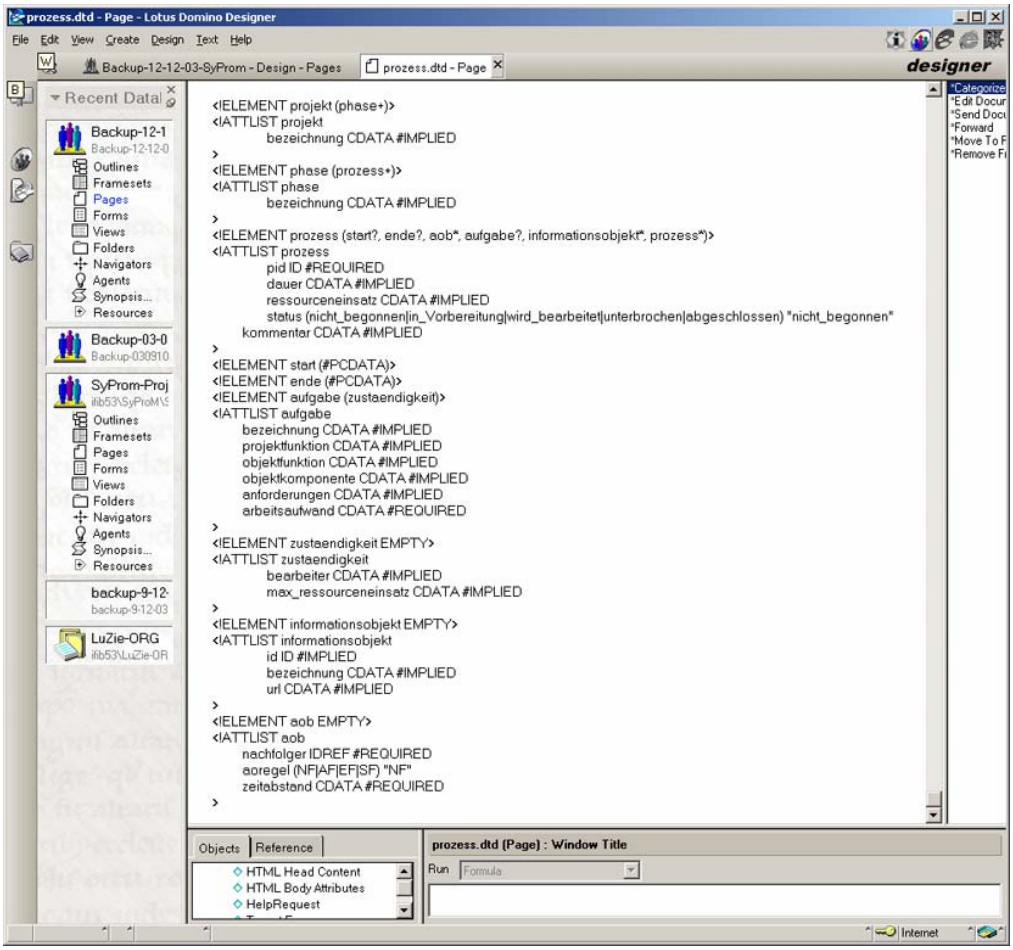


Abbildung 5.4-79: Document Type Definition zur Spezifikation der XML-Schnitttstelle

Der Im- und Export wird aus dem Kontext eines Prozess- oder Phasendokumentes aufgerufen, so dass die Einordnung der importierten Prozessdaten in die aktuelle Prozessstruktur ermöglicht wird. Da diese Struktur der Schemadefinition eine Übereinkunft aller am Projekt beteiligten Institute darstellt, musste allerdings im Rahmen der Schnittstellenerarbeitung zum hier vorgestellten Prototypen eine gewisse Anpassung hinsichtlich der Elementstruktur vorgenommen werden.

Da die anzubindenden Werkzeuge sowohl der neuen Erstellung als auch der Anpassung der Prozessdaten dienen, wurden wie in der folgenden Abbildung ersichtlich, vier verschiedene Importmodi implementiert:

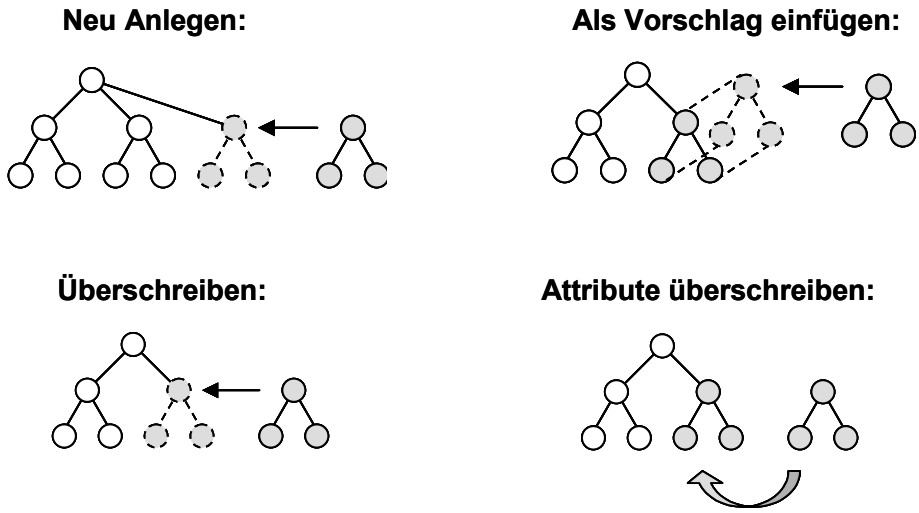


Abbildung 5.4-80: XML-Importmodi

- **Neu anlegen** :
  Beim neuen Anlagen eines Prozesselements wird auf gleicher Hierarchieebene ein zusätzlicher Prozessknoten und evtl. Kinddokumente angelegt und am Vaterprozess die entsprechende Prozessreferenz eingefügt.
- **Als Vorschlag einfügen:**
  Am aktuellem Prozesselement wird in gleicher Strukturposition, parallel in zweiter Ebene, der Prozess und evtl. Kindprozesse eingefügt und mit dem Attribut „Prozessvorschlag“ versehen.
- **Überschreiben:**
  Beim Überschreiben eines Prozesselements wird der aktuelle Prozessknoten und vorhandene Kindprozesse gelöscht bzw. mit dem importierten Prozess überschrieben. Dieser erhält dann die Strukturinformationen des gelöschten Prozesselements.
- **Attribute überschreiben:**
  Hier erfolgen keine Änderungen hinsichtlich der Prozess-Struktur. Es werden lediglich im aktuellen Prozesselement und in den vorhandenen Kinddokumenten die bestehenden Attribute mit den importierten Attributen überschrieben.

5.4.10.2 Schnittstelle zum Legoe-Gebäudemodell

Inhalt des am Institut für Industrielle Bauproduktion mit verschiedenen Projektpartnern durchgeführten Forschungsprojektes Legoe [Köni99] war die Entwicklung eines Werkzeuges zur planungsbegleitenden lebenszyklusorientierte Berechnung und Bewertung ökologischer Aspekte eines Gebäudes. Betrachtet werden hierzu unter anderem die Herstellungs- und Nutzungsenergie von Gebäuden und seiner Bauelemente, die mit der Erstellung und Nutzung verbundenen Umweltbelastungen sowie die lebenszyklusbezogenen Kostenflüsse. Die Bausoftware Legoe® stellt eine Weiterentwicklung dieser Projektergebnisse dar [LEGO03]. Die den hierbei durchgeführten Ökobilanzierungen zugrundeliegenden Gebäudeinformationen werden elementbezogen auf Grundlage des Sirados® Elementkataloges [SIRA03], strukturiert nach DIN 276 Kostengruppen [DIN 276] in einer relationalen Datenbank verwaltet.

Um den Zugriff auf diese Elementinformationen und somit eine Kopplung der Software Legoe® mit der im Rahmen dieser Promotion entwickelten SyProM-Projektumgebung erreichen zu können, wurde die im weiteren beschriebene Schnittstelle erarbeitet: Im Rahmen der Verwaltung der Strukturobjekte werden, wie in Abschnitt 5.4.7 erläutert, in der SyProM-Projektumgebung ebenfalls konkrete Bauelemente abgebildet. Als Erweiterung dieser innerhalb der Projektumgebung erstellten Elementinformationen kann auf verschiedene Elementattribute der sogenannten Legoe-Projektelemente (PELE) zugegriffen werden. Der Zugriff auf diese Legeo-Daten wird dabei aus dem Dokument des konkreten projektspezifischen Bauelementes heraus unterstützt. Hierzu sind, wie die folgende Abbildung zeigt, verschiedene SQL-Anfragen (Structured Query Language) über Skripte in die Elementmaske des Bauelementes eingebunden, die ereignisgesteuert angestoßen werden.

Der eigentliche Datenaustausch mit der im relationalen Datenbanksystem Microsoft Access verwalteteten Legoe-Datenbankplattform [LEGO03] erfolgt über eine ODBC-Schnittstelle (Open Database Connectivity). Nach Spezifizierung der Elementklasse entsprechend DIN 276 werden in der Projektumgebung alle für dieses Klasse in der Legoe-Datenbank gefundenen Projektelemente in einer dynamischen Auswahlliste angezeigt. Nach Auswahl eines konkreten Elementes werden verschiedene mit diesem Element verwalteten Attribute bzw. Informationen über „Select-Anweisungen“ aus der relationalen Datenbank ausgelesen und im Dokument des Bauelementes in der SyProm-Projektumgebung eingetragen. Auf folgende Attribute wird dabei zugegriffen:

- Bauelementbezeichnung (PELE_Lang)
- Bauelement-ID (PELE_ID)
- Bauelement-Einheit (PELE_Einheit)
- Bauelement-Menge (PELE_Menge)

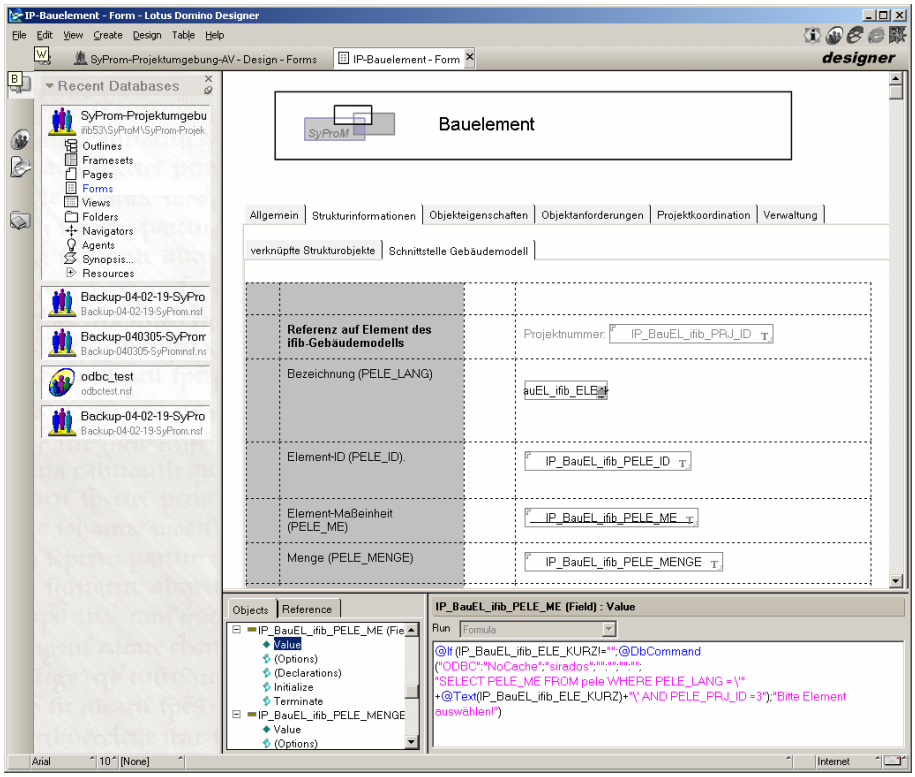


Abbildung 5.4-81: Einbindung von SQL-Anfragen in die Elementmaske

Mit der Einbindung der genannten Elementinformationen konnte eine erste Basis zum Informationsaustausch geschaffen werden. Auf Grundlage dieser Schnittstelle kann in einer weiterführenden Implementierung der Zugriff auf weitere Elementinformationen relativ einfach realisiert werden.

5.4.11 Erkenntnisse bei der Umsetzung des Modells

Bei der Umsetzung des Prototypen und der Eingabe und Editierung von Beispieldaten konnten erste Erfahrungen hinsichtlich der Korrektheit und Übertragbarkeit des theoretischen Modells in die praktische Anwendung und auch in Bezug auf den Nutzen der erstellten Hilfsmittel gesammelt werden.

Generell zeigt der Prototyp die Umsetzbarkeit des Modells und der erarbeiteten Konzepte und Methoden. Es zeigte sich, dass die gewählte Formalisierungsmethode eine grundlegende Voraussetzung zur Erstellung der rechnergestützten Hilfsmittel darstellt. Der Prototyp veranschaulicht dabei die zuvor zum Teil eher abstrakt erläuterten Prinzipien und macht die Funktionsweise der dargestellten theoretischen Konzepte besser nachvollziehbar. Zudem zeigt er die Funktionsweise und den praktischen Nutzen der vorgestellten Methoden.

Die Projektumgebung verdeutlicht das Ineinandergreifen der verschiedenen Managementbereiche bzw. Module zu einem „integrierten System“ und durch den wechselseitigen Zugriff auf Informationen den praktischen Nutzen der Konzepte zur Koordination der Informationsflüsse (vgl.

Kapitel 4.6 sowie 4.2.4). Bezüglich der entwickelten Konzepte zur thematischen Strukturierung (vgl. Kapitel 4.2) zeigten sich durch die Umsetzung die konkreten Vorteile dieser thematischen Synchronisation, wie z.B. ein effizienter Zugang zu benötigten Informationen durch die Bereitstellung verschiedener thematischer und organisatorischer Sichten auf die Projektdaten. Auch bei der Umsetzung eines Raumbuches konnte aufgezeigt werden, welche konkreten Nutzungsmöglichkeiten sich aufbauend auf einer konsequenten thematischen Klasifizierung bieten. Über das Bezugsobjekt „Raum“ kann so aus dem aktuellen Planungskontext heraus effizient auf alle raumrelevanten Planungs- wie auch Managementinformationen zugegriffen werden.

Durch die Schaffung technischer Schnittstellen konnte die strukturelle Flexibilität des Systems bzw. die Offenheit der thematischen Strukturierungsprinzipien und ihrere Anpassbarkeit auf die jeweiligen Strukturen der vernetzten Software-Systeme gezeigt werden (z.B. DIN 267-Gliederung bei der Schnittstelle zur Software-Legeo [LEGO03]). Durch diese strukturelle Flexibilität kann zudem auch eine Anpassung auf andere Anwendungskontexte (z.B. durch Erfassung der GEFMA-Leistungen [GEFMA] als Projektfunktionen des Gebäudebetriebes) realisiert werden.

Generell zeigt der entwickelte Prototyp die Möglichkeiten und Potentiale, die aus der Kopplung von Methodik und moderner internetbasierter IT im Bereich der verteilten kooperativen Bauplanung entstehen können. Der Umfang und die Komplexität des Prototypen macht allerdings die Notwendigkeit der Unterstützung der Benutzer durch entsprechende Leitfäden deutlich. Im Falle einer praxisbezogenen Anwendung sollte zudem zu Beginn eines Projektes eine entsprechende Einführung stattfinden und die Funktionsweise der Projektumgebung und dessen Handhabung anhand eines Handbuches detailliert erläutert werden. Durch die Umsetzung der in Kapitel 4.4 beschriebenen organisatorischen Rollenkonzepte und die in Abschnitt 5.2.4 dargestellten rollenbezogenen Zugangskonzepte konnten personen- und rollenbezogene Sichten sowie Filter realisiert werden, die die Komplexität des Systems bzw. der Benutzeroberfläche und der dort angebotenen Funktionen für den einzelnen Nutzer entsprechend der von ihm ausgeübten Projektfunktionen vereinfachen.

In technologischer Hinsicht zeigte sich bei der Umsetzung, dass die zugrundeliegende Groupware-Plattform Lotus Domino zur Abbildung komplexer relationaler Strukturen nur bedingt geeignet ist. Hier ist zu überlegen, in wieweit die Strukturen des Projektmodells und die instanziierten Projektdaten in ein relationales Datenbanksystem ausgegliedert werden könnten. Der Vorteil der von Lotus Domino bereits angebotenen grundlegenden Groupware-Funktionalitäten wiegt diese strukturellen Nachteile allerdings zum Teil wieder auf.

Die eingegebenen Beispieldaten (Szenario) wurden zum Teil aus dem Musterpflichtenhaft der intep GmbH (Projektpartner im BMWi-Projekt *LuZie* [BoSi00]) übernommen. So konnte überprüft werden, dass die relevanten Projektinformationen – gerade im Bereich der Ziel- und Anforderungsmodellierung (vgl. Kapitel 4.3) – über das System abgebildet werden können.

Eine weitergehende Beurteilung des implementierten Prototypen erfordert allerdings die Anwendung in einem realen Projektkontext. Auch die Aufarbeitung und Eingabe eines aus der Praxis entnommenen Beispielszenario stellt einen sinnvollen Schritt zur Validierung des Modells dar. Die ursprünglich geplante Erstellung eines Beispielszenarios mit einer projektbegleitenden

Erfassung von Beispieldaten aus einem realen Bauprojekt konnte nicht realisiert werden, da der Autorin der vom LuZie-Projektpartner intep GmbH [BrSi04] zunächst zugesagte Zugang zu realen Projektdaten zur Erfassung im Prototypen leider nicht ermöglicht werden konnte.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Dissertation erfolgt die Konzeption und die Umsetzung eines auf systemischen Ansätzen aufbauenden **Projektmodells** für Unikatentwicklungen im Baubereich. Unter Berücksichtigung der hohen Komplexität und Dynamik solcher zumeist interdisziplinär durchgeführten Planungsprojekte werden die zum Teil schwer formalisierbaren kreativen Planungs- und Managementprozesse im Sinne eines integralen Ansatzes vernetzt und unterstützt. Ein wichtiges Resultat ist dabei die Verschmelzung der entwickelten Management- und Planungsmethodiken zu einer **integrierten Kooperationsmethodik**.

Ausgangspunkt der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Konzepte ist die Anwendung einer ganzheitlich-systemischen Denkweise, welche Projekte und Organisationen als komplexe soziale Systeme betrachtet. Basierend auf der Aufarbeitung der thematisch relevanten Grundlagen aus den Bereichen des Projektmanagement, der Systemtechnik, der Planungsmethodik und der computergestützten Gruppenarbeit (CSCW), werden sowohl bauspezifische wie fachfremde Ansätze, wie z.B. aus der Konstruktionsmethodik und der Softwareentwicklung, auf ihre Anwendbarkeit für die Problemstellungen dieser Arbeit überprüft.

Nach der Darstellung des gewählten Lösungsansatzes und der Formulierung weiterführender Anforderungen wird in Kapitel 4.1 aufbauend auf einer **systemtechnischen Herleitung** das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte „systemische Projektmodell“ vorgestellt. Dieses Projektmodell stellt eine Art „Baukasten“ dar, der die zur Koordination und kooperativen Durchführung eines Projektes notwendigen Elemente und deren Strukturen enthält und zudem Regeln und Methoden für das Zusammenwirken und die Handhabung dieser Elemente im kooperativen Projektkontext bereitstellt.

Das **Modellschema** zur Abbildung integrierter Kooperationen ist in verschiedene vernetzte **Partialmodelle** aufgeteilt: Die Leistungserfüllung in einem Projekt erfolgt durch das Ausführen von Prozessen (**Prozessmodell**), welche zwischen ihnen fließende Informationen modifizieren (**Informationsflussmodell**). Initiiert werden diese Prozesse zur Erfüllung bestimmter Zielsetzungen bzw. zur Lösung bestimmter Problemstellungen (**Ziel- und Aufgabenmodell**). Alle zielorientiert stattfindenden Planungsprozesse werden durch bereitgestellte Ressourcen ausgeführt und durch entsprechende Stellen koordiniert (**Organisationsmodell**). Die Entwicklung und Integration dieser vernetzten Teilsysteme ermöglicht eine sichtenorientierte Beschreibung eines Projektes und der darin stattfindenden Planungs- und Koordinationsprozesse.

Als Grundlage der Modell- bzw. Strukturbildung wird ein Formalismus entwickelt, der durch die Abbildung der Kooperationselemente anhand eines semantischen Netzes die Erfassung aller Teilsysteme, Elemente sowie ihrer Relationen ermöglicht. Die darauf aufbauende Erarbeitung einer konsistenten integrierenden Gesamtstruktur unterstützt die Aufdeckung von Wechselwirkungen sowie die Einbindung der unterschiedlichen Planungs- und Managementaspekte und vermeidet eine isolierte Betrachtung der verschiedenen Teilbereiche.

Die Vorgehensweise zur Entwicklung und Handhabung der Modellelemente im Projektverlauf wird anhand eines **Vorgehensmodells** erläutert. Ein phasenbezogenes Vorgehen bei der Projektplanung ermöglicht die Erfassung der Projektdynamik und verhindert ein verfrühtes Festlegen auf starre Lösungswege. Darüberhinaus kann Freiraum für flexible Regelvorgänge aus dem aktuellen Kontext einer Planungsphase geschaffen werden.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden inhaltlichen Abstimmung und Koordination werden weiterführende Konzepte zur **inhaltlichen Synchronisation** entwickelt. Diese in Kapitel 4.2 beschriebenen Methoden ermöglichen im Sinne eines Konfigurationsmanagements, den thematischen Kontext und die inhaltlichen Wechselwirkungen der verteilt stattfindenden Planungsprozesse besser erfassen und handhaben zu können. Hierzu wird zusätzlich zum erläuterten Projektmodell und den darin abgebildeten aufbau- und ablauflogischen Strukturen ein sogenanntes **Objektstrukturmodell** erarbeitet. Die darin spezifizierten Strukturobjekte dienen als Klassifikationskriterien zur postkoordinativen inhaltlichen Vernetzung der Planungs- und Managementdaten des Projektes und stellen somit eine Art „strukturelle Ordnungsebene“ für die Elemente des Projektmodells dar. Diese thematische Zuordnung von Prozessen, Anforderungen und Informationen zu unterschiedlichen Strukturobjekten ermöglicht es, die inhaltlichen Überlappungen und Wechselwirkungen aufzudecken. Anhand dieser thematischen Klassifizierung können während der Laufzeit des Projektes aus dem aktuellen Planungskontext heraus dynamische themenbezogene Sichten auf die Projektinformationen (Objekt- wie auch Managementdaten) im Sinne eines vereinfachten Objektdatenmodells generiert werden. Eine zusätzliche räumliche Beschreibung des Planungsgegenstandes erlaubt zudem die Erstellung eines **planungsbegleitendes Raumbuches.**

Im Anschluss an die übergeordnete Beschreibung des Gesamtmodells, wendet sich ein weiterer Teil der hier vorliegenden Arbeit den einzelnen Teilmodellen im Detail zu:

Das in Kapitel 4.3 vorgestellte **Ziel- und Aufgabenmodell** unterstützt zur Gewährleistung einer entsprechenden Produktqualität die Erfassung und Verwaltung der relevanten Zielaspekte und deren Vernetzung unter Berücksichtigung ihrer inhaltlichen Wechselwirkungen und ihrer Planungsrelevanz als eine Art „planungsbegleitendes Pflichtenheft“. Die Spezifizierung verschiedener Zielebenen ermöglicht dabei eine projektbegleitende Konkretisierung von abstrakten strategischen Zielen bis hin zu konkreten Anforderungen. Die Zielplanung wird dabei als ein interdisziplinärer, partizipativer Prozess unterstützt, um möglichst viel Wissen in den Zielfindungsprozess einbinden zu können. Durch die hiermit erreichte Berücksichtigung verschiedener Blickwinkel und Wertesysteme kann eine hohe Vollständigkeit des Zielsystems gewährleistet werden. Mit Hilfe eines „Zielplanungspiloten“ werden die Beteiligten dabei methodische unterstützt durch den Prozess der Zielplanung geführt. Mittels zielorientierter Bewertungs- und Entscheidungsprozesse kann der Planungsprozess im Sinne eines anforderungsorientierten Regelmechanismus gelenkt werden.

Räumlich verteilte Kooperationen stellen aufgrund der starken Projektdynamik hohe Anforderungen an den Aufbau und die Administration der **Projektorganisation**. Diesen Forderungen wird, wie in Kapitel 4.4 beschrieben, mit der Konzeption einer am Planungsprozess orientierten, modularen Organisationsstruktur begegnet, die eine flexible phasenorientierte Reorganisation

des Projektes in aufgabenbezogene Teams ermöglicht. In Verbindung mit einer partizipativen Managementstrategie können dabei die Kompetenzen und das Wissen der Projektbeteiligten effektiv eingebunden werden. Die Projektkoordination folgt dabei dem Prinzip einer kontrollierten Autonomie, wobei die Selbstorganisation der beteiligten Teams der strategischen und inhaltlichen Ausrichtung des Gesamtprojektes untergeordnet wird. Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten des Projektmanagements werden durch organisatorische Rollen explizit im Modell verankert.

Im Rahmen der in Kapitel 4.5 vorgestellten **Prozessmodellierung** wird die laufzeitbezogene Koordination der Planungstätigkeiten unterstützt. Zur besseren Erfassung und Handhabung dynamischer Entwicklungen in verteilten netzwerkartigen Kooperationsstrukturen wird eine offene Form der Prozessunterstützung als koordinierendes Instrument erarbeitet. Die hierbei entwickelten Konzepte und Methoden ermöglichen eine flexible Abbildung und Koordination kooperativer, nur schwer formalisierbarer verteilter Planungs- und Managementprozesse. Die Koordination der Planungsschritte und Regelung der Abläufe findet dazu auf zwei Ebenen statt: Einer übergeordneten ergebnisorientierten Koordinationsebene sowie einer tätigkeitsorientierten Detail- bzw. Teamebene, in der die wertschöpfenden Planungsprozesse stattfinden. Das phasenorientierte Prozessmodell ist dabei so konzipiert, dass statt einer rein sequentiellen Vorgehensweise eine phasenbezogene Durchführung von entscheidungsorientierten Iterationszyklen möglich ist.

Im Kontext verteilter Kooperationen stellt die Bereitstellung einer flexiblen Kommunikations- und Informationsbasis eine entscheidende Grundlage der Zusammenarbeit dar. Die im Rahmen dieser Dissertation erarbeiteten Konzepte und Mechanismen zum **Informationsmanagement** bieten neben der Bereitstellung eines strukturierten Informationspools auch Unterstützung hinsichtlich offener und flexibler Zugriffs- und Verteilungsmechanismen zur Koordination der Informationsflüsse. Ein prozessbegleitendes Informationsmanagement ermöglicht den effizienten Zugriff auf problemrelevante Informationen direkt aus dem Kontext der aktuellen Planungsprozesse heraus. Ergänzend werden Funktionalitäten zur Unterstützung expliziter, situativer Kommunikation bereitgestellt.

Nach der Erläuterung des Projektmodells und seiner Teilmodelle wird in Kapitel 4.7 ein im Rahmen dieser Arbeit entwickeltes **planungsmethodisches Vorgehensmodell** vorgestellt. Aufbauend auf planungs- und konstruktionsmethodischen Erkenntnissen, bietet es als eine Art „Projektschablone“ entsprechende Hilfestellung bei der projektbezogenen Instanziierung des Modells und der Erarbeitung von Planungsinhalten und Prozessen der Objektplanung. Durch die Anwendung dieses Vorgehensmodells kann eine frühzeitige Integration der relevanten Planungsaspekte erreicht werden, da bereits in der Konzeptphase parallel zum architektonischen Vorentwurf technische und sonstige funktionale Aspekte Berücksichtigung finden. So kann eine verbesserte Abstimmung der planungsrelevanten Bereiche ermöglicht werden und Planung als integrierte Gesamtleistung unterschiedlicher Fachrichtungen anstatt als Summe von separat zu optimierenden Einzelleistungen unterstützt werden.

Die **Umsetzung des Modells** erfolgt durch Implementierung einer **internetbasierten Projektumgebung**, die als integriertes System die verschiedenen verteilten Projektpartner un-

ter Aufhebung der räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen einbindet und vernetzt. Zur Gewährleistung einer adäquaten Unterstützung räumlich verteilter Zusammenarbeit wird dabei ein webbasierter Client-Server Ansatz gewählt. Die Entwicklung einer Kommunikationsplattform mit entsprechenden Groupware-Funktionalitäten dient als Basis, auf der die Elemente und Strukturen des im Rahmen dieser Arbeit konzipierten Modells abgebildet und die entwickelten Methoden durch die Implementierung entsprechender Funktionalitäten umgesetzt werden können. Ein modularer Aufbau des Prototypen ermöglicht dabei eine Bündelung der Elemente und Funktionalitäten in Analogie zu den zu entwickelnden Teilmodellen. Um die Möglichkeiten einer effiziente Vernetzung der Projektumgebung mit externen Informationen und Hilfsmittel zu einem integrierten System aufzuzeigen, erfolgt abschließend die Implementierung entsprechender technischer Systemschnittstellen.

Ausblick

Die derzeitigen Entwicklungen im Baubereich führen zu einer Veränderung bekannter Arbeitstrukturen und Vorgehensweisen. Die Baubranche reagiert darauf mit einer immer stärkeren Technisierung des Planungs- und Kooperationsprozesses. Um den aktuellen Anforderungen und neuen Rahmenbedingungen begegnen zu können, erscheint es jedoch über den Einsatz von Informationstechnologien hinaus notwendig, entsprechende Kooperations- und Planungsmethodiken zur Förderung eines ganzheitlichen und integrierten Vorgehens zu entwickeln. Die hier vorgestellte Arbeit leistet einen Beitrag zur Methodenbildung für den Anwendungsfall der Objektplanung von komplexen Unikaten. Sie zeigt darüberhinaus durch die Entwicklung assistierendender Werkzeuge im Rahmen der Umsetzung der erarbeiteten Konzepte und Methoden, die Möglichkeiten und Potentiale zur Unterstützung einer auf ganzheitlichen Ansätzen beruhenden kooperativen Planung, die durch eine Vernetzung von Methodik und Informationstechnologie entstehen.

Im Rahmen der projektbezogenen Zusammenarbeit mit der intep GmbH im Forschungsprojekt LuZie [BoSi01] konnte bezüglich der Anwendbarkeit des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Ziel- und Aufgabenmodells sowie der thematischen Strukturierungssystematik in der planerischen Praxis ein erstes positives „Feedback“ gewonnen werden. Zur weiterführenden praxisbezogenen Validierung des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Gesamtkonzeptes stellt der Einsatz der implementierten SyProm-Projektumgebung im Rahmen eines Praxis-Anwendungsprojektes ein interessantes Thema zukünftiger Forschungsvorhaben dar.

Generell lässt sich aufgrund der hier gewonnen Erkenntnisse im Baubereich ein weiterführender Bedarf an ganzheitlichen Kooperations- und Planungsmethoden sowie deren Anwendung in der Praxis feststellen. Gerade für spezielle Problemstellungen, wie die bauliche Erneuerung unter Betrieb, ein integriertes Facility Management oder die Phase der Betriebsoptimierung, die auf eine explizite Einbindung der Nutzer und auch der ausführenden Firmen angewiesen sind, fehlen zur Zeit ausgereifte methodische Modelle. Auch die verstärkte Vermittlung solcher Methoden sowohl in der universitären Lehre (z.B. durch Anwendung des dargestellten planungsmethodischen Vorgehensmodells im Rahmen eines teamorientierten Entwurfes) wie auch arbeitsbegleitend in der baulichen Praxis stellt eine wichtige Voraussetzung zur Etablierung dieser Planungsansätze dar. Zur Vermittlung methodischer Konzepte in einer internetbasierten Koope-

rationsplattform (mit entsprechendem didaktischen Konzept) fehlen zur Zeit allerdings noch ausgereifte Konzepte bzw. Hilfsmittel [Klin03]. Da die Anwendung solcher ganzheitlichen Methoden allerdings verstärkt kollaborativ im Team stattfinden sollte, stellt eine Kooperationsumgebung, die entsprechende mediengestützte Teammoderationsverfahren bereitstellt, eine wichtige Basis für diese methodenbasierten Gruppeninteraktionen dar. Die Notwendigkeit der Instanziierung einer organisatorischen Stelle zur Moderation und zum „Coaching" eines methodenorientierten Vorgehens bleibt aus Sicht der Autorin aber trotz allem bestehen.

Ein weiterer Bedarf wurde in Bezug auf die Entwicklung entsprechender Planungs- und **Kooperationsstandards** deutlich. Dieser Standardisierungbedarf betrifft zum einen die **Formalismen zur Beschreibung des Projekt- und Produktsystems**. Die von der Alliance for Interoberability entwickelten Industry Foundation Classes (IFC) [IAI00 sowie IFC2x] stellen einen vielversprechenden Ansatz dar. Allerdings erscheinen die Klassen zur Abbildung des Projektes bzw. des Projektmanagements aufbauend auf den Erfahrungen dieser Arbeit noch nicht ausreichend, um alle Aspekte, wie z.B. die verschiedenen Konkretisierungsebenen des Ziel- und Aufgabensystems, abzubilden. Auch im Bereich der Produktbeschreibung erscheint zusätzlich eine abstrakte funktionale Beschreibung des Planungsgegenstandes notwendig. Weiteren Standardisierungsbedarf sieht die Autorin hinsichtlich einer **bauspezifischen Ontologie**, die anhand einer domänenbezogenen Begriffsbildung zu einer besseren Verständigung der unterschiedlichen am Bauprozess beteiligten Fachdisziplinen beiträgt und durch eine auf diese Ontologie bezugnehmende Klassifizierung von Informationen einen effizienten projekt- und fachdisziplinübergreifenden Zugriff auf Wissensinhalte ermöglicht.

Der Aufbau einer **projektbezogenen Wissensbasis** ist in Planungsprojekten, die sich zumeist durch eine enge temporäre Begrenzung auszeichnen, schwierig realisierbar. Der effiziente Zugriff auf bestehendes projektinternes wie auch externes Wissen stellt allerdings einen entscheidenden Erfolgsfaktor der Projektarbeit dar. Durch die Schaffung entsprechender Schnittstellen konnten im Rahmen dieser Arbeit exemplarisch die Möglichkeiten der Einbindung externer Informationen und wissensbasierter Hilfsmittel, wie z.B. eines Musterpflichtenheft oder einer Wissensdatenbank mit Prozess- Erfahrungswissen, aufgezeigt werden. Hierduch wurden die Potentiale deutlich, welche sich durch die Entwicklung von wissensbasierten Systemen und deren Einsatz über Unternehmens- und Projektgrenzen hinweg ergeben. Ein weiterer Ansatzpunkt zukünftiger Forschungsprojekte stellt so die Entwicklung assistierender wissensbasierter Systeme dar, um über Projektgrenzen hinweg auf vorhandenes Erfahrungswissen zugreifen zu können. Auch eine Anbindung an internetbasierte Portale stellt für die Suche nach Informationen und Ressourcen bzw. Kompetenzen einen vielversprechenden Ansatz dar.

Der im Rahmen dieser Arbeit vorgeschlagene Ansatz, neben zeitlichen und kostenbezogenen Vorgaben auch inhaltliche Zielsetzungen und konkrete Anforderungen als Grundlage des **Vertragswesens** und der Beurteilung heranzuziehen, stellt einen wesentlichen Beitrag zur **Qualitätssicherung** dar. Zudem wird durch die Erstellung aufgabenbezogener Planerverträge eine ergebnisbezogene Honorierung der Planungsleistungen ermöglicht, die sich von der derzeit in der deutschen Baubranche üblichen baukostenbezogenen Honorarverordnung bewusst abgrenzt. Das deutsche HOAI-Phasenmodell (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) [HOAI] zeigt zudem gewisse Defizite bei der Berücksichtigung der in den frühen Projektphasen

stattfindenden strategischen Planungen und Überlegungen, da der zu einer nachhaltigen und ganzheitlichen Planung gerade in den frühen Projektphasen notwendige planerische Mehraufwand nicht entsprechend berücksichtigt bzw. honoriert wird. Generell erscheint, gerade aufgrund der derzeit schlechten konjunkturellen Situation der deutschen Baubranche, ein Überdenken des bisherigen HOAI-Leistungsmodells angebracht. Statt einer hauptsächlich an der Bausumme orientierten Berechnung des Planungshonorars sollte eine **problemspezifische, aufwandbezogene Festlegung der Planungskosten** erfolgen. Einen sinnvollen Ansatz verfolgt diesbezüglich das schweizer Leistungsmodell 112 (vgl. Abschnitt 2.4.1.1 sowie [KBOB00]), das die Grundlagen, Ziele, erwarteten Ergebnisse sowie die Leistungen und Entscheide des Auftraggebers zusammenfasst und daraus die entsprechenden Ergebnisse und Leistungen des Planerteams ableitet. Als Alternative zur der bisherigen, der HOAI vergleichbaren Honorarverordnung, schlägt die LM 112 zudem eine neue Methode der Honorarkalkulation nach dem „Zeitaufwandsmodell“ vor. Dieses Leistungsmodell 112 unterstützt, in Analogie zu den hier vorgestellten Konzepten, zudem die **Bestellung zielorientierter Ergebnisse** und ermöglicht damit eine ergebnisorientierte Beurteilung der Planerleistungen.

Im Bereich des Bauwesens gewinnt die Betrachtung des gesamten **Lebenszyklus** eines Gebäudes immer mehr an Bedeutung. Fragen der **Nachhaltigkeit** sowie der Betrachtung der Energie, Kosten und Stoffströme über den gesamten Lebenszyklus treten immer mehr ins Zentrum des gesellschaftlichen Interesses [BoKG04]. Der Fokus der hier vorgestellten Arbeit liegt auf der Unterstützung der Planungphase eines Objektes. Zur Realisierung einer nachhaltigen Planung werden durch eine lebenszyklusbezogene Ziel- und Anforderungsmodellierung thematische Aspekte und Zusammenhänge späterer Objekt-Lebenszyklusphasen bereits in die Planungsphase eingebracht und zu verbindlichen Planungsparametern gemacht. Das erläuterte System der Strukturobjekte erlaubt zudem eine flexible Anpassung des Modells an die thematischen Zusammenhänge späterer Lebenszyklusphasen (z.B. die Phase des Gebäudebetriebs durch eine Berücksichtigung der GEFMA-Leistungen [GEFMA] als Bezugsobjekte für Anforderungen oder Aufgaben). Bei diesen Betrachtungen liegt der Fokus allerdings stets auf einem Lebenszyklusphasen-bezogenen Projekt, da dieses als Bezugssystem dient. Eine durchgängige Lebenszyklusunterstützung setzt daher einen Wechsel des Bezugssystems vom Projekt hin zum Objektsystem voraus, damit die zeitlichen Systemgrenzen des Projektes den Betrachtungshorizont nicht einengen.

Möglicher Inhalt weiterführender Forschungsvorhaben am Institut für Industrielle Bauproduktion ist daher, aufbauend auf den hier vorgestellten Konzepten, die **Entwicklung einer lebenszyklusbezogenen Objektplattform**, an die verschiedene Projektplattformen für unterschiedliche Lebenszyklusphasen angekoppelt werden können. Die Verknüpfung beider Ebenen könnte über eine Erweiterung des erläuterten Objektstrukturmodells realsiert werden, wobei die Strukturobjekte zur Spezifikation des Problem- bzw. Anfragekontextes dienen. Die folgende Abbildung zeigt schematisch den Aufbau der Plattform sowie die Kopplung von Projekt- und Objektebene.

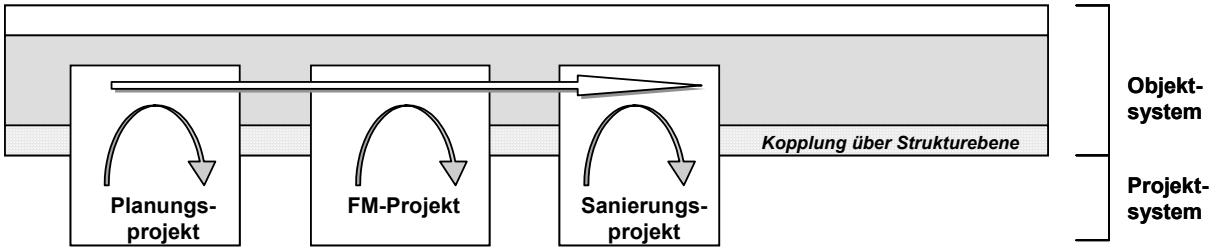


Abbildung 5.4-1: Objektplattform mit verknüpften Projektumgebungen

Die phasenbezogenen Projektplattformen dienen zur Koordination der Prozesse der Objekttransformation durch die Schaffung von Rahmenbedingungen (Projektmanagement) für die Objektplanung. Die Objektplattform ermöglicht das Management der Objektinformationen (Ziel- und Ist-Werte) über den gesamten Lebenszyklus und repräsentiert eine Art Objektdatenmodell für alle lebenszyklusrelevanten Informationen. Zudem bietet es als flexibler struktureller Rahmen die Basis eines dynamischen Konfigurationsmanagements. Auf die hier abgebildeten übergeordneten thematischen Zusamemnhänge und Aspekte, wie zum Beispiel allgemeingültige Zielkonflikte, kann in jeder LZ-Phase aus der angegliederten Projektplattform zugegriffen werden. Dieses erlaubt eine flexible Integration des Wissens um thematische Zusammenhänge späterer Lebenszyklus-Phasen in den verschiedenen Projekten. Die thematische Projektstruktur kann so direkt aus diesem strukturellen Objektkontext abgeleitet werden. Die Abbildung bzw. Mitführung der projektbezogenen Transformationsprozesse (Projektfunktionen) und den damit bewirkten Zustandsänderungen des Objektsystems über den Lebenszyklus des Objektes ermöglicht eine (strukturelle) Dynamisierung des Objektstrukturmodells.

Fazit

Mit der hier vorliegenden Arbeit wurden die konzeptionellen und strukturellen Grundlagen sowie leistungsfähige Methoden und Hilfsmittel zur Abbildung und Koordination verteilter kooperativer Planungsprojekte geschaffen. Durch eine umfassende Aufarbeitung und Vernetzung der verschiedenen Themenbereiche bzw. Aspekte der kooperativen computergestützten Bauplanung und der Einbindung auch fachübergreifender Erkenntnisse konnte ein integriertes Modell entwickelt werden. Dieses bietet im Gegensatz zu den bisherigen, auf einzelne Teilbereiche beschränkten Insellösungen, eine ganzheitliche Unterstützung im Sinne einer integrierten Kooperationsmethodik.

Das Resultat dieser Arbeit ist ein systemisches Projektmodell, das

- als assistiererendes System ein kooperatives Arbeiten nach einem ganzheitlichen und teamorientierten Ansatz unterstützt,
- die verschiedenen Bereiche bzw. Aspekte der Planung und des Managements integriert und vernetzt,
- Mechanismen zur inhaltlichen Synchronisation der Planungsprozesse im Sinne eines Konfigurationsmanagements bereitstellt,

- durch Konzepte zum Zielcontrolling und zum Zielkonfliktmanagement eine planungsbegleitende Qualitätssicherung gewährleistet,
- eine explizite Abbildung und Koordination verteilt stattfindender Planungs- und Managementprozesse ermöglicht,
- im Rahmen einer partizipativen Managementstrategie die Einbindung von Wissen und Kompetenzen der Planungsbeteiligten in den Planungs- und Managementprozess fördert,
- die Handhabung der hohen Dynamik durch eine phasenorientierte Projektplanung und Einbindung der Zielfindung und -anpassung in den Planungsprozess ermöglicht,
- ein iteratives anforderungsorientiertes Planungsvorgehen im Sinne eines ziel- und anforderungsorientierten Regelmechanismus unterstützt.

Durch die Umsetzung der erarbeiteten Konzepte und Methoden als internetbasierte Projektumgebung wurden die Möglichkeiten und Potentiale aufgezeigt, welche durch eine Kopplung von ganzheitlichen Methoden und modernen Informationstechnologien entstehen. Die entwickelten Modelle stellen zudem, wie im vorhergehenden Abschnitt aufgezeigt wurde, eine konsistente und flexible, strukturelle und methodische Basis für weiterführende Entwicklungen und Anwendungen auf andere Betrachtungskontexte dar.

7 Glossar

Abstraktionsrelation ist eine generische hierarchische Relationen zwischen zwei Objekten, bei denen das untergeordnete Objekt (Kindobjekt) alle Merkmale des übergeordneten Objektes (Vaterobjekt) besitzt und zusätzlich über mindestens ein weiteres (spezifizierendes) Merkmal verfügt. Über diesen Relationstyp kann man z.B. eine Spezialisierung bzw. die Spezifikation von Untertypen einer Klasse abbilden. Ein Beispiel ist z.B. die Spezialisierung des Begriffes „Gebäude“ in „Verwaltungsgebäude“.

Äquivalenzrelationen sind Beziehung zwischen gleichwertigen Objekten einer Objektklasse, die zu einer Äquivalenzklasse zusammengeführt werden. Versionierungsmechanismen setzen z.B. auf diesen Relationstyp auf.

Anforderungen beschreiben lösungsneutral konkrete Soll-Eigenschaften (Aufbau und Funktionsweise) und spezifizieren so Merkmalsausprägungen eines konkreten Bezugsobjektes bzw. des projektrelevanten Sachsystems.

Arbeitspaket (AP) beschreiben als Aufgabenstellung die Tätigkeiten, die an konkreten Bezugsobjekten vollzogen werden sollen. Mit ihnen wird eine Untergliederung der Aufgabenstellung auf eine Größe möglich, die einer organisatorischen Einheit aufgrund ihrer Kompetenzen sinnvoll zugeordnet werden kann.

Assoziationsrelation ist eine zwischen zwei Objekten wichtig erscheinende Relation, die weder eindeutig hierarchischer Art ist, noch als Äquivalenz angesehen werden kann. Assoziationsrelationen bestehen meist zwischen gleichgeordnete Elemente einer Bestandsrelationsebene (horizontale Assoziationsrelation). Ein Beispiel ist z.B. die ablauflogische Verknüpfung von Prozessen der gleichen Hierarchieebene. Diagonale assoziative Relationen verbinden Elemente verschiedener Bestandsrelationsebenen oder verschiedener Objektklassen.

Aufgabenkomplex (AK) beschreiben Inhalte komplexer Funktionen zur Modellierung bzw. Transformation bestimmter Bezugsobjekte auf Ebene eines Planungsteams. Die Aufgabenkomplexe werden im Sinne einer Mittel-Zweck-Beziehung aus den operativen Planungspaketen (OPP) abgeleitet. Sie beschreiben aufbauend auf den dort spezifizierten Ergebnissen und deren Soll-Zuständen die Objekttransformationen bzw. Tätigkeiten, die zur Ereichung des genannten Soll-Zustandes als Funktionen des Projektes am jeweiligen Bezugsobjekt durchgeführt werden sollen.

Bestandsrelation (partitative Relation) ist eine hierarchische Relation zwischen zwei Objekten, von denen das übergeordnete Objekt einem Ganzen entspricht und das untergeordnete Objekt einen der Bestandteile oder Komponenten des Ganzen repräsentiert. Objekte, die in einer partitativen Relation zueinander stehen, gehören

meist einer Objektklasse an. Ein Beispiel hierfür ist z.B. die Verknüpfung des Begriffs „Gebäude“ als übergeordnetes Objekt mit der „Fassade“ als Objektkomponente.

Graph Ein Graph besteht aus den zwei grundlegenden Elementtypen und Kanten. Ein Knoten ist ein Graphenelement, welches durch beliebig viele Attribute beschrieben werden kann. Eine Kante stellt eine Beziehung zwischen zwei Knoten her. Nach [PaDa00] beschreibt ein schlichter Graph die Beziehungen zwischen den Elementen der Knotenmenge. Die Beziehungen werden durch Kanten hergestellt, welche durch geordnete Paare von Knoten gebildet werden. Die Kantenmenge ist demzufolge eine homogene binäre Relation auf der Knotenmenge

Hierarchierelationen liegen vor, wenn zwei Objekte zueinander in einem Verhältnis der Über- und Unterordnung stehen. Hierarchien können im Sinne einer Baumstruktur zur Abbildung sowohl von Abstraktionsrelationen als auch von Bestandsrelationen herangezogen werden

Indikatoren werden in dieser Arbeit definiert als stellvertretende Merkmale zur Beschreibung komplexer Zusammenhänge, welche sich im Sinne einer Merkmalskomplementarität in einem sehr engem gleichgerichteten Abhängigkeitsverhältnis stehen. Diese Relationen basieren dabei zumeist auf Erfahrungswerten.

Inhaltsobjekt dienen als Element des Informationsflussmodells zur Verwaltung der eigentlichen Informationsträger. Neben dem Informationsobjekt (sogenannte Nutzdaten) enthalten sie auch zusätzliche Klassifizierungs- und Verwaltungsinformationen. Ein Inhaltsobjekt enthält somit immer zwei Aspekte, die eigentliche Information und Zusatzinformationen über diese Information (Metainformation)

Klassifizierung Die Klassifizierung ist eine besondere Form der Strukturierung. Ein Klassifikationssystem stellt als eine abstrakte inhaltliche Ordnung die Grundlage zur Systematisierung von Informationsobjekten dar.Die Elemente einer Klasse besitzen die gleiche Merkmalsausprägung bezüglich des Klassifikationskriteriums, was einer Äquivalenzrelation entspricht.

Kooperationsobjekt stellt als Teil des Metamodells das Schema für die eigentlichen Objekte des Projektmodells bzw. der Teilmodelle dar und repräsentiert so das Handlungssystem. Die Kooperationsobjekte weisen interne explizite Vernetzungen auf.

Meilensteine (M) beschreibt einen Zielzustand, an dem das Projekt bzw. die Phase zu eines bestimmten Zeitpunkt sein sollte. Zweck des Meilensteinplanes ist es, Überprüfungspunkte zu bieten, welche die Bewertung bzw. ein Controlling des Projektfortschrittes ermöglichen.

Operatives Planungspaket (OPP) beschreibt tätigkeitsneutral die Objekte der projektrelevanten Sachsysteme und deren Zustände, wie z.B. „das Gestaltungskonzept für das Gebäude ist fertiggestellt“. Hiermit kann der Weg zur Erstellung des Gesamtoutputs (in unserem Beispiel die fertiggestellte Gesamtplanung) so in Teilergebnisse

bzw. Zwischen(zu)stände untergliedert werden, dass eine sinnvolle Koordination des Planungsprozesses erreicht werden kann.

organisatorische Projektrollen beschreiben Handlungsbereiche, welche den Projektbeteiligten (Handlungsträgern) als Teil des Handlungssystems „Projekt“ als organisatorische Projektfunktionen zugewiesen werden und über welche die Verantwortlichkeiten für die projektbezogenen Planungs- und Managementhandlungen geregelt werden.

Präkoordination beschreibt ein Strukturierungsprinzip und bedeutet, dass direkte Relationen zwischen Informationsobjekten und untereinander vor der Suche bzw. dem Zugriff auf die Daten bereits besteht.

Postkoordination Dieses Strukturierungsprinzipbasiert auf einer eher als indirekt zu bezeichnenden Vernetzung der Informationsobjekte. Die Postkoordination verzichtet darauf, direkte Relationen und Strukturen verbindlich vorzugeben. Die postkoordinative Klassifizierung erfolgt dabei auf Basis entsprechender Metainformationen als Erkennungsmerkmale durch nachträgliche Ausbildung von Äquivalenzrelationen.

Projekt Ein Projekt ist bezugnehmend auf [DIN 69901] ein Vorhaben, das im wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, wie z.B. spezifische Zielvorgaben, eine zeitliche, finanzielle, personelle oder sonstige Begrenzung, eine Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben sowie eine projektspezifische Organisation.

Projektfunktion beschreiben auf abstrakter Ebene Verrichtungsfunktionen, welche die Projektbeteiligten als Funktionsträger als Teil des Handlungssystems „Projekt“ zur Erreichung der Projektziele im Rahmen des Projektes durch Transformation des Objektsystemsausüben.

Projektmanagement Nach [DIN 6990]1 ist dies die Gesamtheit von Führungsaufgaben,-organisation, -techniken und –mitteln für die Abwicklung des Projektes.

Projektstruktur ist nach DIN 69901 die Gesamtheit der wesentlichen Beziehungen zwischen den Elementen eines Projektes, wobei zwischen Aufbau- und Ablaufstruktur unterschieden wird.

Prozess Maßnahme bzw. Handlung, die zur Erreichung eines Zielzustandes unter Berücksichtigung entsprechender Aufgabenstellungen vollzogen wird und als solche Ressourcen verbrauchet. Systemtechnisch gesehen stellen Prozesse die eigentlichen Funktionen dar, die unter Nutzung von personellen, materiellen Ressourcen und Zeit der zielorientierten Transformation des projektrelevanten Sachsystems dienen. **Prozessstatus** beschreibt den laufzeitbezogenen Bearbeitungsstatus eines Prozesses und dient aufbauend auf der projektspezifisch zu erarbeitenden Ablauflogik zur Koordination der Prozesse.

Strukturregel Die Strukturregel gibt die Gliederungssystematik bzw. Klassifizierungssystematik („Wonach wird gegliedert?“) für die Elemente des Projektes an.

Objektsystem (auch als Sachsystem bezeichnet) umfasst alle physischen oder abstrakten Objekte bzw. Teilsysteme eines Objektes, die im Projektverlauf erzeugt, verwaltet oder auf eine sonstige Art bearbeitet werden. Es beinhaltet dabei konkrete Produktkomponenten, aber auch Elemente des Projektmanagements (z.B. Planungsteams), die im Projektverlauf gebildet und verwaltet werden.

Objektstrukturmodell repräsentiert als Hilfsmittel zum Konfigurationsmanagement das projektrelevante Objektsystem anhand verschiedener Klassen von Strukturobjekten

Objektfunktionen Eine Funktion ist die abstrakte (lösungsneutrale) Beschreibung der erbringende Leistung zur Erfüllung des Objektzwecks bzw. Objektnutzen (vgl. taktische Ziele). Die Funktion spezifiziert also die Wirkungsweise eines Objektes ohne seinen Aufbau beschreiben zu müssen (black-box).

Objektkomponente Eine Objektkomponente beschreibt ein Teilsystem des Objektsystems. Es kann sich dabei um konkretes physisches Bauteil des Objektes oder aber um ein abstraktes Funktionselement handeln.

Nutzungsfunktionen stellen Funktionen des Nutzers dar, die dieser iIm Gebäude bzw. mit dem Objekt ausführt.

Rahmenprozess werden als Elemente des Prozessmodells aus den interdisziplinär zu bearbeitende Aufgabenkomplexen (AK) abgeleitete und dienen zum einen zur Koordination der Arbeiten der Teams untereinander und bilden zudem den koordinierenden Rahmen für die einzelnen im Team stattfindenden Prozesse.

semantisches Netz mathematische Modell einer Menge von begrifflichen Entitäten und der zwischen diesen bestehenden kognitiven Beziehungen. Es wird in Form eines verallgemeinerten Graphen dargestellt [Helb96]. Semantische Netze bilden die Grundlage zur Spezifikation von Informationsobjekten, welche die Systemkomponenten repräsentieren, sowie deren Vernetzung. Zur Beschreibung werden die aus der Mathematik bekannten Graphenstrukturen herangezogen.

strategische Ziele dienen als Elementklasse des Ziel- und Aufgabenmodells zur Abbildung der übergeordneten Zielsetzungen und Wertesysteme der relevanten Beteiligten des Systemumfeldes und spezifizieren den Zweck und Nutzen des Objektes bzw. Projektes auf übergeordneter Ebene.

Strukturierung bedeutet die Spezifikation des Aufbaus eines Systems unter Integration der Teilsysteme und enthaltenen Objekte durch Abbildung der systeminhärenten Vernetzung.

Strukturobjekte repräsentieren als vernetzte Begriffssysteme das Objektsystem, nach welchem die Kooperationsobjekte im Rahmen der Bildung der Projektstruktur untergliedert werden. Sie spezifizieren als Objektstrukturmodell die anzuwendenden Strukturierungsregeln und Klassifikationskriterien.

Systemfunktion beschreibt als ein systembezogener Transformationsprozess die Überführung der System bestimmenden Systemgrößen (Energie, Materie, Information, Finanzen) über die Dimensionen Raum und Zeit unter Berücksichtigung des Systemzustandes. Die Abbildung von Systemfunktionen erlauben eine Betrachtung des Systems als „Black-box“ und ermöglichen die Systembeschreibung auf rein funktionaler Ebene. So kann das funktionale Verhalten eines Systems beschrieben werden, ohne dessen konkreten Aufbau (Systemkomponenten und Struktur) spezifizieren zu müssen.

Systemgrößen Zieht man eine systemtechnische Betrachtungsweise zur Beschreibung von Systemen heran, so lassen sich alle Systemmerkmale auf die Grundgrößen Energie, Materie und Information zurückführen. Durch diese Grundgrößen bzw. Untergliederungen von ihnen können sowohl die Systemzustände beschrieben werden als auch die Schnittstellen, welche sich auf Input und Output dieser Größen als Flussgrößen beziehen. Statische Systemgrößen stellen Zustandsklassen dar und dienen zur Gliederung von Qualitätsmerkmalen.

Systemkomponenten beschreiben ein System anhand dessen konkrete Aufbaus und Struktur. Hierzu werden die verschiedenen Teilsysteme und Objekte sowie deren Vernetzung abgebildet. Die Objektstruktur mit den konkreten Objektkomponenten ist am jeweiligen Planungsgegenstand auszurichten und daher projektspezifisch zu entwickeln.

Systemphasen beschreiben die verschiedenen Lebenszyklusphasen eines Systems. Bezogen auf den hier beschriebenen Projektkontext wird differenziert zwischen:

- Lebenszyklusphasen des Objektsystems
- Projektphasen als Lebenszyklusphasen des Projektsystems

Taktische Ziele stellen als Formalziele Aussagen darüber dar, was mit einer zu gestaltenden Lösung erreicht werden, bzw. vermieden werden soll. Sie definieren so den Zweck oder Nutzen eines Objektes oder Systems für die Umgebungssysteme. Bezugsobjekt ist also nicht das Gebäude an sich sondern Objekte des übergeordneten Systemumfeldes.

Team ist eine durch Gedanken- und Informationsaustausch miteinander verbundene eigenständige organisatorische Einheit von Menschen mit verschiedenen Kompetenzen und Wissen, die in gemeinsamer Verantwortung und gegenseitiger Verpflichtung an einer Aufgabe arbeiten, um klar umrissene Ziele zu verwirklichen.

Zielkonflikt wird im Rahmen dieser Arbeit definiert als die wechselseitige inhaltliche Abhängigkeit von zwei Zielen oder Anforderungen zueinander, wobei die (graduelle) Erfüllung eines Zieles die Erfüllung der anderen Ziele behindert bzw. hemmt.

8 Literatur

[AbGL98] ABRAMOVICI, M.; GERHARD, D.; LANGENBERG, L.: *Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse durch EDM/PDM*, VDI Berichte Nr. 1435, 1998

[AgBa92] AGGTELEKY, B.; BAJNA, N.: *Projektplanung: Ein Handbuch für Führungskräfte*, Hanserverlag München Wien 1992

[Agte75] AGGTELEKY, B.: *Systemtechnik in der Fabrikplanung. in: Ropohl, G.: Systemtechnik – Grundlagen und Anwendung*; Karl Hanser Verlag München Wien, 1975

[Ahre00] AHRENS, Gritt: *Erfassung und Handhabung von Produktanforderungen*; TU Berlin , Fachbereich – Maschinenbau und Produktionstechnik, Dissertation 2000

[Aicher89] AICHER, O.: *Philosophie des Machens*; in: Arch+98 „Entwurf der Moderne"; Arch+-Verlag Aachen, Berlin 1998

[Akao92] AKAO, Y: *QFD Quality Function Deployment, Wie die Japaner Kundenwünsche in Qualität umsetzen*, ISBN 3-478-91020-6, Landsberg Lech, mi Japan-Service, Verlag moderne Industrie, 1992

[Albe01] ALBERS, S.: *Erfolgreich Produkte entwickeln*, Seminarunterlagen, KEIM Existenzgründer Programm, lose Blattsammlung, Universität Karlsruhe, http://www.uni-karlsruhe.de/KEIM , 2001

[Alts84] ALTSCHULLER, G.S.: *Erfinden- Wege zur Lösung technischer Probleme*, VEB Verlag Technik, Berlin 1984

[Alzo03] ALZOOBI, A.: *Objektorientierte Modellierung der Kosten in Hochbauprojekten*; Dissertation an der Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Stadtplanung der Brandenburguschen Technischen Universität Cottbus, 2003

[Amso77] AMSONEIT, W.: *Handlungstheoretische Überlegungen zum Entwerfen*; RWTH Aachen, Fakultät für bauwesen, Dissertation, 1977

[AnGH99] ANDERSEN, E. S., Grude, Kk, Haug, T.: *Zielgerichtetes Projektmanagement*; Fachverlag Moderne Wirtschaft, Frankfurt a.M. 1999

[Armb03] ARMBRUSTER, M.: *Prozesscontrolling durch Informationsverdichtung*. in: Grabowski, H., Klimesch, C. (Hrsg.): Informationslogistik und Prozessmanagement – Bausteine für interdiszipliäre Kooperationen, Logos-Verlag, Berlin 2003

[Ayrl93] Ayrle, H.: *Systemtechnische Software für die Bauplanung am Beispiel der Planung lokaler Datennetze mit XNET2*, Technische Universität Karlsruhe, Fakultät für Architektur, Dissertation, 1993

[BaBa96] BACCINI, P.; BADER, H.-P.: *Regionaler Stoffhaushalt*; Spektrum Verlag, Berlin 1996

[Back90] BACKHAUS, K. : *Investitionsgütermarketing*, 2. Auflage, München 1990

[Balc90] BALCK, H.: *Neuorientierung im Projektmanagement*; Arbeitstexte der Gesellschaft für Projektmanagement, Verlag TÜV Rheinland; Köln 1990

[BaNi78] BALCK, H., NIXDORF, B.: *Der Planungsprozess – eine systemtheoretische Analyse des bau- und raumbezogenen Planungsvorgehens*, Schriftenreihe "Bau- und Wohnungsforschung" des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 04.048, 1978

[Baue00] BAUER, M. : *Computergestützte Wissenmodellierung im Konstruktionsprozess des Hochbaus*, Dissertation am Institut für Baukonstrtuktion und Baustoffe, Prof. E. Schunck, Universität München, Shaker Verlag, Aachen 2000

[KBSt97] KOORDINIERUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER BUNDESREGIERUNG FÜR INFORMATIONSTECHNIK IN DER BUNDESVERWALTUNG (KBSt),: *Das V-Modell – Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes*, *Kurzbeschreibung*, http://www.kbst.bund.de/doc,-304809/Zum-Hintergrund-V-Modell-1997.htm; 1997

[Bran93] BRANDENBERGER, J.; RUOSCH, E.: *Ablaufplanung im Bauwese*n. Dietikon : Baufachverlag AG, 1993.

[Beuk02] BEUCKE, K.: *Entwurf und Verifizierung einer CAD-Systemarchitektur zur Unterstützung der verteilten technischen Bearbeitung im Konstruktiven Ingenieurbau*; Bericht über den ersten Förderzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Universität Weimar, 2002, (Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[BMBF01] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG: *Bekanntmachung über die Förderung von Forschungsvorhaben auf dem Gebiet „Gestaltung der Arbeit in virtuellen Unternehmen*"; Bundesanzeiger Nr. 5, 2001

[BoKG04] BOTH, P. von; KOHLER, N.; GESSMANN, R.: *A virtual life cycle structured platform for building applications*, Beitrag zur ICCCBE-IX, Weimar, Juni 2004

[BoSc98] BORGHOFF U., SCHLICHTER, J. H.: *Rechnergestützte Gruppenarbeit - Eine Einführung in Verteilte Anwendungen*; Springer Verlag, Berlin, 1998

[BoSc00] BOTH, P. v.; SCHRAMM, M.: *Erfahrungsbericht der BEO-Anwendungsprojekte, Statusbericht für das BMBF*, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, April 2000

[BoSG02] BOTH, P. v.; SCHRAMM, M., GESSMANN, R.: *ProKoop - Prozeßorientiertes Kooperationsmodell für eine anforderungsorientierte dynamische Unterstützung der Integralen Bauplanung*; Abschlussbericht des Projektes im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, 2002,
(Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[BoSi01] BOTH, P. v., SIGG, R.: *LuZie- Lebenszyklusbezogene Einbindung der Zielplanung und des Zielcontrollings in den integralen Planungsprozess*; Antrag im Rahmen des ENSAN-Förderkonzeptes beim BMWA Projektträger Jülich BEO auf Förderung des Forschungsvorhabens, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität; intep GmbH, München; 2001

[Both03] BOTH, P. v.: *Ein System zur partizipativen Entwicklung und Handhabung von Zielen und Produktanforderungen im verteilten Kooperationskontext*. In: Kirschke, H. (Hrsg.): *Digital Proceedings des Internationalen Kolloquiums über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen (IKM)*. Weimar : Bauhaus-Universität Weimar , 2003. - ISSN 1611-4086

[Both03a] BOTH, P. v.: *Koordination verteilter kooperativer Entwicklungsprozesse*. In: GRABOWSKI, Hans (Hrsg.); KLIMESCH, Christian (Hrsg.): *Informationslogistik und Prozessmanagement* : *Bausteine für interdisziplinäre Kooperation*. 1. Auflage. Berlin : Logos Verlag, 2003

[Both04a] BOTH, P. v: *Beiträge des ifib zur Integralen Planung*; Fachgespräch ENSAN-Planungswerkstatt, Projektträger Jülich (BEO), Stuttgart Februar 2004, FIA Forschungs-Informations-Austausch, Fachinstitut Gebäude-Klima e.V, 2004

[Both04b] BOTH, P. v.: *Lebenszyklusbezogene Zielplanung und Zielcontrolling*; Beitrag zum Statusbericht Energieoptimiertes Bauen - ENOB; BMWA, Projektträger Jülich PTJ; Freiburg 2004

[BoZe02] BOTH, P. v., ZENTNER, F.: *LuZie - Lebenszyklusbezogene Einbindung der Zielplanung und des Zielcontrolling in den Integralen Planungsprozess*; Zwischenbericht des Forschungsprojektes; Förderkennzeichen 0327293B, Projektträger Jülich (BEO), Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karksruhe, 2004

[BoZe03] BOTH, P. v., ZENTNER, F.: *Lebenszyklusbezogene Einbindung der Zielplanung und des Zielcontrolling in den Integralen Planungsprozess*. In: ENSAN Teilkonzept 1 – Symposium Planungshilfsmittel; Förderkennzeichen 0327293B, Projektträger Jülich (BEO), Forschungs-Informations-Austausch, Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. , Oktober 2003

[Brei03] BREITLING, H.: *Integrierte Modellierung von Geschäftsprozessen und Anwendersoftware*. in: GI-Softwaretechnik-Trends; Band 24 Heft 1, 2004/02, Downlowd unter: http://www-pi.informatik.uni-siegen.de/stt/24_1/

[Brin98] BRINKMEIER, B.: *Prozessorientiertes Prototyping von Organisationsstruk-turen im Produktionsbereich*; Schaker Verlag, Aachen, 1998

[Bron01] BRONNER, A.: *Industrielle Planungstechniken – Unternehmens-, Produkt- und Investitionsplanung*, Kostenrechnung und Terminplanung; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona,

[BrRu91] BRANDENBERGER, J.; RUOSCH, E.: *Projektmanagement im Bauwesen*; Zürisch, 3. überarbeitete Auflage, Dietikon, 1991

[BrRu93] BRANDENBERGER und RUOSCH 1993] Brandenberger, J.; Ruosch, E.: *Ablaufplanung im Bauwesen*. Dietikon : Baufachverlag AG, 1993

[BrSI63] BRITISH STANDARDS INSTITUTE: *Guide to the Universal Decimal Classification (UCD),* London 1963

[BrSi04] BRINKMEIER, C., Sigg, R.: *LuZie*, Abschlussbericht des Forschungsprojektes; Förderkennzeichen 0327293A, Projektträger Jülich (BEO), intep GmbH München, 2004

[Brüc03] BRÜCHNER, S.: *System Engineering – Aufbau und Wirkungsweise,* Studienarbeit an der FHTE Coburg im Fachbereich technische Betriebswirtschaftslehre, SS 2003

[Burc02] BURCKHARD, H..: *Teammanagement;* Seminarunterlagen; KEIM Existenzgründer Programm, lose Blattsammlung, Universität Karlsruhe, http://www.uni-karlsruhe.de/KEIM , 2002

[Chen91] CHEN, P.: *Der Entity-Relationship-Ansatz zum logischen Systementwurf: Datenbank- und Programmentwurf*. BI-Wiss.-Verlag, Mannheim Wien Zürich, 1991

[Chen92] CHEN, P.: *Entwicklungsrichtungen des Entity Relationship Ansatzes*. In: Wirtschaftsinformatik 34 (1992) 4, S. 453-454.

[ClFu92] CLARK, K; FUJIMOTO, T.: *Automobilentwicklung mit System - Strategie, Organisation und Management in Europa, Japan und USA*; Frankfurt a.M., 1992, Hrsg.: E.C. Stotco

[ClSc98] SCHMIDT, C.: *Beitrag zur Modellierung und Analyse dynamischer Unternehmensmodelle*, Dissertation am Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion der Universität Karlsruhe,sShaker Verlag, 1998

[Conr98] CONRAD, K.-J.: *Grundlagen der Konstruktionslehre*, Hanser Verlag, 1998

[Dann96] DANNER, S. *Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse*, Dissertation am Institut für Konstruktionstechnik der Universität München, Shaker Verlag, Aachen 1996

[DaHu92] DAENZER, W.F.(Hrsg.), HUBER, F. [Hrsg.): *Systems Engineering*, 7. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, Zürich 1992

[Daen88] DAENZER, W.F.(Hrsg.): *System Engineering; Leitfaden zur methodischen Durchführung umfangreicher Planungsvorgehen*, Verlag industrielle Produktion, Zürich, 6. Auflage, 1988

[Damr02] DAMRATH, R.: *Relationale Prozessmodellierung in kooperativer Gebäudeplanung*, Bericht über den ersten Förderzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Institut für Bauinformatik, Universität Hannover, 2002, (Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[Dann96] DANNER, S. *Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse*, Dissertation am Institut für Konstruktionstechnik der Universität München, Shaker Verlag, Aachen 1996

[Deik79] DEIKMAN, P., LEPPERT, H.: *Planspiel und Plansimulation in der Stadtplanung*; Birkhäuser Verlag, Basel, 1979

[Diaz97] DIAZ. J.: *Objektorientierte Modellierung geotechnischer Systeme*. Dissertation, TU Darmstadt, Berichtsheft Nr. 2/98, Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen.

[DIN276] DIN 276: *Kosten im Hochbau*, Beuth Verlag Berlin, 1993

[DIN277] DIN 277: *Berechnung von Grundflächen und Rauminhalten*, T2, Beuth Verlag Berlin, 1987

[DIN 18205] DIN 276: *Bedarfsplanung im Baubereich*, Beuth Verlag Berlin, 1996

[DIN69901] DIN 69901: *Projektmanagement*, T. 1; Beuth Verlag Berlin, 1994

[DIN 69904] DIN 69904: *Projektmanagementsysteme*, Beuth Verlag Berlin, 1995

[DIN 69910] DIN-69910: *Wertanalyse*, Beuth Verlag, Berlin, 1987

[DIN 1463] DIN 1463 *Erstellung und Weiterentwicklung von Thesauri* , Beuth Verlag; Berlin 1986

[Ding98] DINGLER, F. : *Das Raumbuch als Vademecum des Gebäudes*. Dplomarbeit am Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, 1998

[Dörn98] DÖRNER, D. : *Logik des Misslingens – Strategisches Denken in komplexen Situationen*, Rowohlt, Reinbeck bei Hamburg 1998

[DOMI02] COLLINS, F. ET AL: *Lotus Domino Release 5.0: A Developer's Handbook*. www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg245331.pdf

[Eile99] EILETZ, R.: *Zielkonfliktmanagement bei der Entwicklung komlexer Produkte – am Beispiel der PKW-Entwicklung*, Technische Universität München, Fakultät für Maschinenwesen, Dissertation, 1999

[ENSAN00] Förderrichtlinien zum ENSAN-Programm – Energetische Sanierung, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA), Projekträger Jülich (PTJ BEO), http: www.ensan.de, 2000

[ENSAN03] ENSAN Teilkonzept 1 Symposium Planungshilfsmittel in Bonn, FIA Forschungs-Informations-Austausch; Nr. 76, Juni 2003

[Erle95] ERLENSPIEL, K.: *Integrierte Produktentwicklung: Methoden der Prozessorganisation, Produkterstellung und Konstruktion*, Hanser Verlag, München 1995

[EvSc96] EVERSHEIM, W., SCHUH, G.: *Betriebshütte: Produktion und Management* (Teil 1). Berlin et al.: Springer 1996, S. 7-53

[Feld89] FELDHUSEN, J.: *Systemkonzept für die durchgängige und flexible Rechnerunterstützung des Konstruktionsprozesses*.; Schriftenreihe Konstruktionstechnik; herausgegeben von W. Beitz; Institut für Maschinenkonstruktion; Berlin Selbstverlag 1989

[Flas03] Flash MX; http://www.Macromedia.com

[Forg99] FORGBER, U.: *Teamorientierte Bauplanung: Die Vernetzung von Kompetenzdomänen in Virtuellen Projekträumen*; Dissertation, Fakultät für Architektur, Universität Karlsruhe (TH), 1999

[Fres71] FRESE, E.: *Ziele als Führungsinstrumente – Kritische Auseinandersetzung zum "Management by Objectives*". Im: Zeitschrift für Organisation, 1971, S. 227-238

[FrKr99] FRANKE, H.-J.; KRUSCHE,T.: *Design decisions derived from product requirements,* in: Integration of Process Knowledge into Design Support Systems, Proceedings of the 1999 CIRP Internatio-nal Design Seminar, University Twente, Enschede, The Netherlands, 24-26 March S.373-384, Kluwer Academic Publishers,1999

[FrL97] FRICKE, G.; LOHSE, G.: *Entwicklungsmanagement - Mit methodischer Produktentwicklung zum Unternehmenserfolg*; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, NewYork, 1997

[Freu03] FREUNDT, M.: *Fuzzy Logik und Graphentheorie als Basis einer flexiblen Bauablaufplanung*, In: Kirschke, H. (Hrsg.): Digital Proceedings des Internationalen Kolloquiums über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen (IKM). Weimar : Bauhaus-Universität Weimar , 2003. - ISSN 1611-4086

[Geba00] GEBAUER, M.: *Kooperative Produktentwicklung auf der Basis verteilter Anforderungen*, Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Maschinenbau, Dissertation 2000

[GEFMA] GEFMA: Deutscher Verband für Facility Management e.V.; http://www.GEFMA.de

[GePe03] GESSMANN, R. PETER, M.: *Eine lebenszyklusorientierte Planungs-plattform zur Unterstützung partizipativer Wohnbauprojekte*. In: KAAPKE, Kai (Hrsg.); WULF, Alexander (Hrsg.): Forum Bauinformatik 2003: Junge Wissenschaftler forschen. 1. Auflage. Aachen: Shaker Verlag, 2003

[GI04] GI - GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK, Fachgruppe CSCW, http://wwwfgcscw.in.tum.de/index.html

[Giel93] GIELINGH, W. F.; SUHM, A. K.: *IMPPACT Referenz Model - An Approach to Integrated Product and Process Modelling for Discrete Parts Manufacturing Reports*, ESPRIT Series. Springer-Verlag. 1993

[Grab91] GRABOWSKI, H.; ANDERL, R.: *Advanced Modelling*, Research Reports ESPRIT, Project 322, CAD Interfaces (CAD*I). Springer-Verlag, 1991

[Grab94] GRABOWSKI, H.; ANDERL, R. und POOLLY, A.: *Integriertes Produktmodell*. Beuth Verlag, 1994

[GRGK97] GRABOWSKI, H.; RUDE, S.; GEBAUER, M.; KRAUTSTEIN, T.: *Cooperative product development in a suppliers industry example*. International Conference on Engineering Design ICED 97 Tampere, August 19-21 1997, S. 819-824

[GrKl03] GRABOWSKI, H. (Hrsg.), KLIMESCH, C. (Hrsg.): *Informationslogistik und Prozessmanagement – Bausteine für interdiszipliäre Kooperationen*, Logos-Verlag, Berlin 2003

[GrRu99] GRABOWSKI, H. (Hrsg.), RUDE, S. (Hrsg.): *Informationslogistik – Rechnerunterstützte unternehmensübergreifende Kooperation*, Teubner Verlag Stuttgart, Leibzig, 1999

[Gron97] GRONSKI, A.: *Entwicklung eines Instrumentariums zur Behandlung unstrukturierter Informationsflüsse in Unternehmensnetzwerken*, Universität Paderborn, Fakultät für Informatik, Diplomarbeit, 1997

[Hain99] HAIN, K.; MEIS, E.: *Integriertes Produkt- und Produktionsmodell* (PPM). Version 4.0, internes Arbeitspapier des SFB 346, Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion, Universität Karlsruhe, 1999

[HaKo02] HASSLER, U.., KOHLER, N.: *Joseph Durm und des Handbuch der Architektur als „Wissenspeicher“*; genehmigter Projektantrag bei der DFG, Lehrstuhl für Denkmalpflege und Bauforschung, Universität Dortmund, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, 2002

[Hall04] HALLER, R.: *Entwicklung eines Vorgehensmodells für die interdisziplinäre Planung von Gebäuden und heiz- und raumlufttechnischen Anlagen*, Universität Stuttgart, Institut für Kernenergie und Energiesysteme IKE, Dissertationsmanuskript, 2004

[Hans92] HANSEN, R.A.: *Das Problem aus Sicht der betrieblichen Praxis*. in: Hansen, R.A.; Kern, W. (Hrsg.) : Integrationsmanagement für neue Produkte. Arbeitskreis „Innovationsmanagement im Produktentstehungsprozeß“ der Schmalenbach-Gesellschaft – Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft e.V. Sonderheft 30/92 zfbf, S. 3

[HaKe92] HANSEN, R.A.; KERN, W. (Hrsg.) : *Integrationsmanagement für neue Produkte*. Arbeitskreis „Innovationsmanagement im Produktentstehungsprozeß“ der Schmalenbach-Gesellschaft – Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft e.V. Sonderheft 30/92 zfbf, S. 3

[Hase94] HASENKAMP, U.; SYRING M.; *CSCW (Computer Supported Cooperative Work) in Organsationen - Grundlagen und Probleme*; in: Hasenkamp, Ulrich; Kirn, Stefan; Syring, Michael (Hrsg.): CSCW - Computer Supported Cooperative Work - Informationssysteme für dezentralisierte Unternehmensstrukturen, Bonn, Addison-Wesley Verlag, 1994

[Hebe99] HEBEISEN, W.: F.W. *Taylor und der Taylorismus: Über das Wirken und die Lehre Taylors und Kritik am Taylorismus*; vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich, 1999, ISBN 3-7281-2521-0

[HeKr90] HEINTEL, P.; KRAINZ, E. E.: *Projektmanagement – Eine Antwort auf die Hierarchiekrise*, 2. Auflage, Wiesbaden, 1990

[Helb96] HELBIG, H: *Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung*,Verlag Technik GmbH, Berlin, 1996

[Hepe94] HEPERMANN; W.: *Vom Projektstart zum Pflichtenheft: das Raumbuch als durchgängige Struktur*. In: congenaTexte ½ (1994), S. 15-19

[Hess94] HESSE, W.; BARKOW, G. et al: *Terminologie der Softwaretechnik - Ein Begriffsystem für die Analyse und Modellierung von Anwendungssystemen.* Teil 2: Tätigkeits- und ergebnisbezogene Elemente. Informatik-Spektrum (1994) S.96-105

[Hirz89] HIRZEL, M.: *Standardisierung von Projektstrukturplänen*, Beitrag zum Symposium Projektstrukturierung der Gesellschaft für Projektmanagement (GPM), in: Reschke, H. (Hrsg.) Symposium Projektstrukturierung, Verlag TÜV Rheinland, 1989

[HOAI] BUNDESBAUMINISTERIUM (Hrsg.): Honorarordnung für Architekten, dtv 1992

[HoSa02] HOLZ, K.-P., SAVIDIS S.: *Berücksichtigung von Ausnahmefällen bei der kooperativen Bearbeitung von Projekten des Tiefbaus*, Bericht über den ersten Förderzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Lehrstuhl für Bauinformatik, Brandenburgische Technische Universität Cottbus; Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik, Technische Universität Berlin, 2002, (Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[Hubk88] HUBKA, V.; EDER, W. E.: *Theory of Technical Systems*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1988

[Hump95] HUMPERT, A.: *Methodische Anforderungsverarbeitung auf Basis eines objektorientierten Anforderungsmodells*, Paderborn : Heinz-Nixdorf-Institut, ISBN 3-931466-08-6, 1995

[IAI00] IAI - International Alliance for Interoperability (IAI) (Hrsg.): IFC Technical Guide, IFC 2x Final Release, Oakton/Virginia: PDF-File, 27.10.2000

[IFC 2x] *IFC2x: Dokumentation der Industry Foundation Classes*: http://www.iai-ev.de/spezifikation/IFC2x/index.html

[Info97] GRABOWSKI, H.; DILLMANN, R.; KOHLER, N.; SCHMID, D.; SPATH, D.: *Informationslogistik für unternehmens- und branchenübergreifende Kooperation*, Abschlussbericht des ersten Förderzeitraumes des Forschungsschwerpunktprogramms „Informationslogistik“ des Landes Baden-Würtemberg, Universität Karlsruhe, Institut für Rechneranwendung in Konstruktion und Planung (RPK), 1997

[Info00] GRABOWSKI, H.; DILLMANN, R.; KOHLER, N.; SCHMID, D.; SPATH, D.: *Informationslogistik für unternehmens- und branchenübergreifende Kooperation*. Abschlussbericht des zweiten Förderzeitraumes des Forschungsschwerpunkt-

programms „Informationslogistik“ des Landes Baden-Würtemberg, Universität Karlsruhe, Institut für Rechneranwendung

[Info02] GRABOWSKI, H.; DILLMANN, R.; KOHLER, N.; SCHMID, D.; SPATH, D.: *Informationslogistik für unternehmens- und branchenübergreifende Kooperation*. Abschlussbericht des dritten Förderzeitraumes des Forschungsschwerpunktprogramms „Informationslogistik“ des Landes Baden-Würtemberg, Universität Karlsruhe, Institut für Rechneranwendung in Konstruktion und Planung (RPK), (http://www-rpk.mach.uni-karlsruhe.de/infolog/), 2002,

[INTE00] Verbundprojekt RETEX II/INTESOL – Teilvorhaben 3: *Dynamisierung von Produktmodellen zur kooperativen Planung solaroptimierter Gebäude*, Förderkennzeichen 0329132C, Projektträger Jülich (BEO), Forschungs-Informations-Austausch, Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. , Oktober 2000

[inte98] MÜLLER, C.: *Integra*, Abschlussbericht des Forschungsprojektes, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, 1998

[ISO10303] ISO 10303-11: Product Data Representation and Exchange – Part 11: The EXPRESS Language, ISO, Genf, 1994

[ISO10303-225] ISO 10303-225: Product Data Representation and Exchange – Part 225: The Application Protocol 225, ISO, Genf, 1999

[ISO97] DIN ISO 14040: *Produkt-Ökobilanzen. Prinzipien und allgemeine Anforderungen*, (Life cycle assessment _ principles and guide lines). 1997

[Itte89] ITTER, F.: *Integrierte Modellbildung und Simulation mit Petrinetzen*, ZWF 84, Nr. 2, 1989

[Jabl95] JABLONSSKI, S., *Workflow Management Systeme: Modellierung und Architektur*, International Thomson Computer Press, 1995.

[Jeus94] JEUSCHEDE, G.: *Grundlagen der Führung*; Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden, 1994

[Joed76] JOEDICKE, J. (Hrsg.): *Entwurfsmethodik für Architekten*, Reihe Arbeitsberichte zur Planungsmethodik 4, Selbstverlag Institut für Grundlagen der Architektur, Universität Stuttgart, 1976

[Joha91] JOHANSEN, R.: *Teams for Tomorrow*; in: Proceedings of the 24th Annual Hawaii International Conference on System Science, S. 521-534; Band 3; IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 1991

[Jung97] JUNGBLUTH, V.: *Teamwork – Einführung in die EDV-gestützte Projektplanung - Alles im Griff - Projektmanagementsysteme im Vergleich*. In: c’t, 7/97, Hannover: Heise Verlag, 1997

[Jung98] JUNGBLUTH, V.: *Optimallösung – Krisenmanagement mit Projektplanungssystemen - Perfekt geplant – Projektmanagementsysteme im Vergleich*. In: c’t, 4/98, Hannover: Heise Verlag, 1998

[KaRM02] KATZENBACH, R., RÜPPEL, U., MEIßNER U.: *Prozessorientierte Vernetzung von Ingenieurplanungen am Beispiel der Geotechnik,* Bericht über den ersten För-

derzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Institut für Numerische Methoden und Bauinformatik im Bauwesen, Universität Darmstadt, 2002, (Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[Kann93] KANNHEISER, W., HORMEL, R. AICHNER, R.: *Handbuch zum Planungskonzept Technik-Arbeit-Innovation* (P-TAI), Hampp Verlag 1993, München

[KaSD00] KALANTARI, B., SCHÄFFLER, H., DIAZ, J.: *Datenaustausch in Bauwesen auf Basis von XML*, Beitrag zum 12. Forum Bauinformatik, Berlin 2000, in: Hanff, J. ,Kasparek, E., M. Ruess (Hrsg.) :Forum Bauinformatik 2000, VDI Fortschrittsbericht, Reihe 4, Nr. 163, VDI Verlag, Düsseldorf 2000

[KBGT02]. KLIMESCH, C., BOTH, P.v., GESSMANN, R.., TAMINE, O.: *ProCAM*, Projektskizze der Arbeitsgruppe Informationslogistik der Universität Karlsruhe, Juni 2002

[KBOB00] KBOB Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes, IPB Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren: *Empfehlung für die Anwendung des LM (SIA),* Mai 2000

[Kick95] KICKERMANN, H.: *Rechnerunterstützte Verarbeitung von Anforderungen im methodischen Konstruktionsprozeß*. Technischen Universität Braunschweig, Institut für Konstruktionslehre, Maschinen- und Feinwerkelemente, Dissertation, 1995

[Klei94] KLEIN, B.: *Mehr Systematik für die Produktentwicklung*. In: Technica, H. 24, 1994, S. 19

[Klim03] KLIMESCH, C.: *Repräsentation und kontextorientierte Bereitstellung von Prozesswissen*. in: Grabowski, H., Klimesch, C. (Hrsg.): Informationslogistik und Prozessmanagement – Bausteine für interdiszipliäre Kooperationen, Logos-Verlag, Berlin 2003

[Kaap03] KAAPKE, K.: *Neue Medien in der universitären Ingenieurausbildung*, In: Kaapke, Wulf (Hrsg.) "Forum Bauinformatik 2003", Shaker-Verlag, ISBN 3-8322-2022-4, Aachen, 2003 Beitrag zum Forum Bauinfo 2003

[KnPM02] KNEUPER, R. ; PETRASCH, R.; WIEMERS, M. (Hrsg.): *Angepasste Vorgehensmodelle*; 9. Workshop der Gesellschaft für Informatik (GI), Fachgruppe 5.55; Shaker Verlag Aachen, 2002

[Köni99] KÖNIG, H. ET AL: *Legoe: Umweltorientiertes Planungsinstrument für den Lebenszyklus*, Abschlussbericht des DBU Projektes; Verlag Edition AUM, Dachau 1999

[Köni04] KÖNIG, H. ET AL: *GISMO – Ganzheitliche Integration von Sanierung und Modernisierung*, Zwischenbericht 2004, BMBF, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, 2004

[KöRe98] KÖNIGER, P.; REITHMEYER, W.: *Management unstrukturierter Informationen - Wie Unternehmen die Informationsflut beherrschen*; Campus Verlag, Frankfurt, New York, 1998

[Kohl97] KOHLER, N.: *Life Cycle Models Of Buildings - a new approach,* Beitrag zur CAAD Futures '97 - München.

[Kohl98] KOHLER, N. (1998). *Sustainability of New Work Practises and Building Concepts*. In Streitz, N., et. al. (Eds.): Cooperative Buildings – Integrating Information, Organisation and Architecture. First international Workshop on Cooperative Buildings. Lecture Notes in Computer Science. Springer: Heidelberg

[Kohl01] KOHLER, N.: *Vorlesungsskript „Integrale Planung*", Teil C, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, http://www.ifib.uni-karlsruhe.de, 2001

[Kohl02] KOHLER, N.: *Ein ziel- und prozessorientiertes Kooperationsmodell für die Integrale Planung*, Beitrag zum Öffentlichkeitstag des Forschungsschwerpunktes „Informationslogistik" des Landes BW, Universität Karlsruhe, April 2002

[Kohl03] KOHLER, N.: *Lebenszyklusanalyse im Planungsprozess von Gebäuden*, Beitrag zum Darmstädter Nachhaltigkeitssymposium, Universität Darmstadt, Juli 2003

[Kohl04] KOHLER N.**:** *Life Cycle Analysis of buildings, groups of buildings and urban fragments*, Sustainable Urban Development: The Environmental Assessment Methods (Volume Two), Editors: Mark Deakin, Gordon Mitchell, Peter Nijkamp, Ron Vrekeer, London 2004 (Spon).

[KoLü02] KoHler, N.; LÜTZKENDORF, TH.: *Integrated Life Cycle Analysis*; in: Building Research & Information, 30(5), 338–348, 2002

[Koll94] KOLLER, R.: *Konstruktionslehre für den Maschinenbau: Grundlagen zur Neu- und Weiterentwicklung technischer Produkte mit Beispielen*, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1994

[Kris97] KRISCHKER, U.: *Formale Analyse von Dokumenten*; in: Buder, M., Rehfeld, W. Seeger, T., Strauch, D.(Hrsg.): Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation, K.G. sauer Verlag München 1997

[Krus00] KRUSCHE, Thomas: *Strukturierung von Anforderungen für eine effiziente und effektive Produktentwicklung*, Technischen Universität Braunschweig, Institut für Konstruktionslehre, Maschinen- und Feinwerkelemente, Dissertation, 2000

[KrSc94] KRUSE, C., SCHEER, A.: *Dezentrale Prozesskoordination in Planungsinseln*, in: Information Management, Ausgabe 3/ 94, S. 6-11

[Kuch97a] KUCHENMÜLLER R.: *Baubezogene Bedarfsplanun*g. In: DAB Nr. 5 1997.

[Kuch97b] KUCHENMÜLLER R.: *DIN 18205 - Bedarfsplanung im Bauwese*n. In DAB Nr. 8, 1997

[KüSH98] KÜHNLE, H.; STERNEMANN, K.-H.; HARZ, K.: H*erausforderung Geschäftsprozesse – Den Wandel organisatorisch und technisch gestalten*. Stuttgart: Logis Verlag, 1998

[Lass92] LASSMANN, A.: *Organisatorische Koordination*; nbf, Neue betriebswirtschaftliche Forschung, Band 98, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1992

[LEGO03] EDITION AUM – Architekturdaten und Management: sirAdos-*LEGOE* – Software. www.sirAdos.de, 2003

[LeSc00] LEHNER, K., SCHÄFER, M.: *Einsatz XML-basierter Werkzeuge für den applikationsneutralen Austausch ingeniertechnischer Projektdaten*, Beitrag zum 12. Forum Bauinformatik, Berlin 2000. in: Hanff, J. ,Kasparek, E., M. Ruess (Hrsg.) :Forum Bauinformatik 2000, VDI Fortschrittsbericht, Reihe 4, Nr. 163, VDI Verlag, Düsseldorf 2000

[Liel92] LIELLICH, L.: *Nutzwertverfahren*; Physica-Verlag, Heidelberg, 1992

[LiHi93] LINDE, H., HILL, B.: *Erfolgreich erfinden: Widerspruchsorientierte Innovationsstrategie für Entwickler und Konstrukteure*, Hoppstedt Technik Tabellen Verlag, Darmstadt 1993

[LiKl97] LINDEMANN, U., KLEEDÖRFER, R.: *Erfolgreiche Produkte durch integrierte Produktentwicklung*, In: Reinhard,G., Milberg, J.(Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwungm Münchner Kolloquium 1997, Landsberg/Lech: Moderne Industrie

[Lind93] LINDEMANN, U,: *Systemtechnische Betrachtung des Konstruktionsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Herstellungskosten beim Festlegen der Gestalt*, VDI-Verlag, Düsseldorf 1980

[Litk95] LITKE, H.-D,: *Projektmanagement*: *Methoden, Techniken, Verhaltensweisen*; 3. Auflage, Hanser Verlag, München 1995

[Mada90] MADAUS , B.: *Handbuch Projektmanagement*, 4. Auflage, C. E. Poeschl Verlag, Stuttgart, 1990

[Mane97] MANNECKE, H.-J.: *Klassifikation*; in: Buder, M., Rehfeld, W. Seeger, T., Strauch, D.(Hrsg.): Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation, K.G. sauer Verlag München 1997

[MAP03] *MAP-Tool - Vom Markt zum Produkt*, Universität Karlsruhe, http://rpkalf4.mach.unikarlsruhe.de/~paral/MAP/map.html

[Mark02] MARKUS, E.: *Flächenübergreifende Koordination von Flächenrecyclingprojekten auf Basis einer integrierten Groupwarelösung*, Universität Clausthal, Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen, Dissertation, 2002

[MeRü95] MEIßNER, U., RÜPPEL, U.: *Das Objektorientierte statische Modell als neutrale Statikschnittstelle für CAD- und Berechnungsprogramme*. In Bauinformatik, 4/1995, S. 140-144.

[MeRü02] MEIßNER, U., RÜPPEL, U : *Agentenbasierter Modellverbund für die kooperative Gebäudeplanung*; Bericht über den ersten Förderzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Institut für Numerische Methoden und Bauinformatik im Bauwesen, Universität Darmstadt, 2002, (Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[MeRG04] MEIßNER, U., RÜPPEL, U., GREB, S.: *A Petri Net based Method for Distributed Process Modelling in Structural Engineering*. in: Proceedings of the Xth International Conference in Civil and Building Engineering (ICCCBE-X), Weimar 2004

[MeRT04], MEIßNER, U., RÜPPEL, U., THEIß, M.: *Network-Based Fire Engineering Supported by Agents*. in: Proceedings of the Xth International Conference in Civil and Building Engineering (ICCCBE-X), Weimar 2004

[MeTW02] MELLENTIN, C., TRAUTMANN N, WIEGAND D.: *Methoden gegen das Chaos – Projektmanagementsoftware im Vergleich*, in: C'T Magazin für Computertechnik, Ausgabe 7/2002, HEISE Verlag 2002

[Mild97] MILDE, P.: *Ein Beitrag für den Aufbau und die Nutzung von integrierten Unternehmensmodellen*; Universität Karlsruhe, Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion, Dissertation, Verlag Shaker, 1997

[Moch93] MOCHEL, T.: *Objektorientierte Simulation- Ein neues Konzept zur Simulation diskreter Systeme*. Verlag Shaker, Aachen , 1993

[Mont96] MONTAU, R.: *Föderatives Produktdatenmanagement anhand semantischer Informationsmodellierung*; ISBN 3-18-321320-6, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1996

[Mösl93] MÖSLEIN, K.: *CSCW als Arbeitssystem-Gestaltung*, Technische Universität München, Fakultät für Informatik, Diplomarbeit,1993

[Muel92] MUELLENBACH, S.; NIEVA, A.: *EXPRESS Schema management and Instantiation Prototype.* ESPRIT II Project NEUTRABAS, EXPRESS User's Group. Dallas, 1992.

[Müll99] MÜLLER, C.: *Der virtuelle Projektraum*, Universität Karlsruhe, Fakultät für Architektur, Institut für Industrielle Bauproduktion, Dissertation, 1999

[NäSt96] NÄGLER, G.;STOPP, F.: *Graphen und Anwendungen, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler*, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart Leipzig, 1996

[ODU71]. ODUM E. P.: *Fundamentals of Ecology*, Philadelphia 1971

[PaBe93] PAHL, G, BEITZ, W.: *Konstruktionslehre*, Handbuch für Studium und Praxis, 3. Auflage Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/NewYork/London/ Paris/Tokyo/HongKong/Barcelona/Budapest 1993

[PaBr03] PAUL, N. , BRADLEY, P. E. : *Toplogical Houses*. in: Proceedings of the 16th International Conference on the Applications of Computer Science and Mathematics in Architecture and Civil Engineering (IKM), Weimar 2003

[PaDa00] PAHL, P.J.; DAMRATH, R.: *Mathematische Grundlagen der Ingenieurinformati*k. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2000. – ISBN 3–540–60501–0

[PaPr93] PAPAMICHAEL, K., PROTZEN, J.-P.: *The Limits of Intelligence Design*. in: Proceedings of the 4th International Symposium on System Research, Informatics and Cybernetics, Baden-Baden, August 1993

[Pätz91] PÄTZOLD, B.: *Integration rechnergestützter Verfahren für die Konstruktion auf Basis eines objektorientierten Produktmodellansatzes*, Bd. Nr. 53, VDI-Fortschrittsberichte Reihe 20, VDI-Verlag Düsseldorf 1991

[Patz88] PATZAK,G.: *Grundlagen eines systemischen Projektmanagements*. in: Reschke,H.; Schelle, H.(Hrsg.): Beiträge zum Projektmanagementforum 1988, München, 1988, S. 4

[Patz94] PATZAK, G.: *Systemtheorie und Systemtechnik im Projektmanagement*, in Schelle, H. (Hrsg.): Projekte erfolgreich managen; Verlag TÜV Rheinland – Loseeblattausgabe 1994

[Pege02] PEGELS, H.: *Grundlagen vernetzt-kooperativer Planungsprozesse für Komplettbau mit Stahlbau*, Metallbau, Holzbau und Glasbau; Bericht über den ersten Förderzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungs-prozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Bergische Universität-GH Wuppertal - Bauingenieurwesen, 2002, (Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[PeLe04] PEUPORTIER, B., LEROY, S.:*Enviromental co-housing in Europe*. Zwischenbericht des EU-Projektes im Rahmen des Förderprogrammes „FWP5-EESD“, ARMINES / ENSMP-CENERG, Juli 2004

[Plat94] PLATZ, J: *Projekt- und Produktstrukturpläne als Basis der Projektplanung*. in Schelle, H.; Reschke, H.; Schnopp, R.; Schub, A.(Hrsg.): Projekte erfolgreich managen; Gesellschaft für Projektmanagement, Verlag TÜV Rheinland 1994

[Poll96] POLLY, A.: *Methodische Entwicklung und Integration von Produktmodellen*, Shaker Verlag Aachen, 1996

[Prin98] PRINZ, W., *Erfahrungen und Empfehlungen aus dem Designprozeß einer evolutionären Groupware-Entwicklung*, in: Th. Herrmann; K. Just-Hahn. Groupware und organisatorische Innovation. in: Tagungsband D-CSCW'98. B.G. Teubner, Stuttgart, Leipzig, 1998. S. 139-151; http://orgwis.gmd.de/~prinz/pub/dcscw98-politeam/

[Prin01] PRINZ, W.: *CSCW & Groupware: Konzepte und Systeme zur computergestützten Zusammenarbeit*, Vorlesungsskript an der RWTH Aachen, SS 2001: CSCW & Groupware, 2001, Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD-FIT)

[PrGo91] PROBST, G.J.B.; GOMEZ, P.: *Die Methodik des vernetzen Denkens zur Lösung komplexer Probleme*. In: Probst, G.J.B.; Gomez, P. [Hrsg.): Vernetztes Denken – Ganzheitliches Führen in der Praxis, Wiesbaden 1991; 2. erweiterte Auflage, S. 5

[RaBu02] RANK, E., BUNGARTZ, H.-J.: *Volumenorientierte Modellierung als Grundlage einer vernetzt-kooperativen Planung im konstruktiven Ingenieurbau*; Bericht über den ersten Förderzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungs-prozesse

im Konstruktiven Ingenieurbau, Universität München, 2002, (Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[Rath99] RATH, H.: *Neue Haftungsrisiken*; Bauwelt, Heft 21, 1999, S. 1161-1163

[ReCo92] REIS, M.; CORSTEN, H.: *Das „House of Integration" als Leitidee*. in: Hanssen, R.A.; Kern, W. (Hrsg.) : Integrationsmanagement für neue Produkte. Arbeitskris „Innovationsmanagement im Produktentshungsprozeß" der Schmalenbach-Gesellschaft – Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft e.V. Sonderheft 30/92, S. 25-29

[ReMa97] RECHTIN, E., MAIER, M.:*The Art Of Systems Architecting*, CRC Press, Boston, New-York, Washington, London 1997

[Resc89] RESCHKE, H. (Hrsg.) *Symposium Projektstrukturierung*, Arbeitstexte der Gesellschaft für Projektmanagement, Verlag TÜV Rheinland, 1989

[Resc02] RESCHKE, C.: M*obile Computing im Bauwesen – Einsatzgebiet Projektmanagement*, Bericht für die kühlhaus AG, München, 2001

[ReSv83] RESCHKE, H., SVOBODA, M.: *Projektmanagement – Konzeptionelle Grundlagen*, Loseblattsammlung der Gesellschaft für Projektmanagement INTERNET Deutschland e.V.; München, 1983

[Rinz85] RINZA, P.: *Projektmanagement*, Planung, Überwachung und Steuerung von technischen und nichttechnischen Vorhaben, Düsseldorf 1985

[Ritt72] RITTEL, H.W.J: *On the planning crisis: system analysis ot the „first and second generation*", BERDIFTSOKONOMEN, Nr. 8

[Rode91] RODENACKER; W.G.: *Methodisches Konstruieren*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1991

[Ronn95] RONner, H.; KÖLLIKER, F., RySler, E. : *Baukonstruktion im Kontext des architektonischen Entwerfens*, Band Baustruktur; Hrsg. von Emil Ryser; Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser 1995

[Ropo75] ROPOHL, G. (Hrsg.): *Systemtechnik – Grundlagen und Anwendung;* Carl Hanser Verlag München Wien 1975

[Ross85] Ross, D.T.: *Application and Extesions of SADT*. in: Computer, April 1885

[Roth00] ROTH, K.-H.: *Konstruieren mit Konstruktionskatalogen*, Band 1, 3. Auflage. Springer Verlag Berlin/Heidelberg/NewYork/ London/Paris/Tokyo/ HongKong/ Barcelona/Budapest 2000

[RoWi82] ROSENSTENGE, H., WIENAND, U.: *Petri Netze – Eine anwendungsorientierte Einführung*, Vieweg Verlag, Braunschweig 1982

[Rüpp94] RÜPPEL, U.: *Objektorientiertes Management von Produktmodellen der Tragwerksplanung*; Dissertation, TH Darmstadt, Berichtsheft Nr. 1/94, Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, 1994

[Rüpp00] RÜPPEL, U.: *Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im konstruktiven Ingenieurbau*. Antrag auf Einrichtung eines DFG-Schwerpunktprogrammes, Institut

für Numerische Methoden und Bauinformatik im Bauwesen, Universität Darmstadt; www.iib.bauing.tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/de/index.html, 2000

[Rude98] RUDE, St.: *Wissensbasiertes Konstruieren*, Shaker Verlag Aachen 1998

[Rzeh98] RZEHORZ, C: *Wissensbasierte Anforderungsentwicklung auf der Basis eines integrierten Produktmodells*, Universität Karlsruhe (TH), Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion, Dissertation, Band 3/98, Verlag Shaker, 1998

[Rumb93] RUMBAUGH, J., BLAHA, M., PREMERLANI, W.; EDDY, F., LORENSEN, W.: *Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen*. Carl Hanser und Prentice Hall International, 1993.

[Saak02] SAAK, M.: *Kreativitätstechniken*, Loseblattsammlung, Seminarunterlagen; KEIM Existenzgründer Programm, lose Blattsammlung, http://www.uni-karlsruhe.de/KEIM , 2002

[Saak03] SAAK, M.: *Methoden zur Ideenfindung*, Loseblattsammlung, Seminarunterlagen; KEIM Existenzgründer Programm, lose Blattsammlung, http://www.uni-karlsruhe.de/KEIM , 2003

[Sayn84] SAYNISCH,M.: *Konfigurations-Management*; Verlag TÜV Rheinland, Köln 1984, S.84

[Sayn97] SAYNISCH, M. (Hrsg.): *Neue Wege im Projektmanagement*: Zur Gestaltung der sozialen Architektur von Projekten – Das Zusammenwirken von sozialen technischen und komplexen Systemen, Loseblattsammlung, Symposium der Gesellschaft für Projektmanagement, 1997

[Sche94] SCHELLE, H.: *Die Lehre vom Projektmanagement: Entwicklung und Stand*, in: Schelle, H.; Reschke, H.; Schnopp, R.; Schub, A.(Hrsg.): Projekte erfolgreich managen; Gesellschaft für Projektmanagement, Verlag TÜV Rheinland 1994

[ScGe02] SCHRAMM, M. , GESSMANN, R.: *Internetbasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für unternehmensübergreifende, vernetzte Kooperationen räumlich verteilter Planer*, Projektantrag an die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, Mai 2002

[Sche02] SCHERER, R.: *Ein Kooperationsmodell für die Kontrolle divergierender Planungszustände - Identifikationsverfahren von Planungsdifferenzen*; Bericht über den ersten Förderzeitraum des Forschungsvorhabens im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1103: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau, Institut für Computeranwendung im Bauwesen, Universität Dresden, 2002,
(Download unter: http://www.iib.Bauing-tu-darmstadt.de/dfg-spp1103/)

[ScHF98] SCHINDLER, M.; HILB, M.; FAUSCH, M.: *Trends und Technologien im Rahmen der verteilten Projektabwicklung*. Institut für Medien- und Kommunikationsmanagement, Universität St. Gallen, 1998

[Schl80] SCHLICKSUPP, H.: *Innovation, Kreativität und Ideenfindung*, Vogel Verlag, Würzburg, 1980

[Schm01] SCHMIDT, F.: *The Datamodel Developers Almanac Release 1.0*. Datenmodell für Gebäude und Anlagentechnik, Institut für Kernenergie und Energiesysteme, Universität Stuttgart, verfügbar unter: http://www.ike.uni-stuttgart.de/~www_wn/-projects/datenmodell/index.html

[Schm02] SCHMIDT, F.: ENSAN TK1: B*ewertung anlagentechnischer Maßnahmen bei der energetischen Verbesserung der Bausubstanz – BEWAHREN*. Projektträger Jülich (PTJ BEO), Förderkennzeichen 0329828C, 2002

[SeGu00] SEEMANN, J.; von GUNDENBERG, J. W.: *Software-Entwurf mit UML, Objektorientierte Modellierung mit Beispielen in Java*, ISBN 3-540-64103-3, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 2000

[SET02] SETAC: *LCA in building and construction - A state-of-the-art report*; Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 2002

[SET96] SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry): *Towards a Methodology for Life-Cycle Impact Assessment*; Brüssel, 1996

[SFB457] Sonderforschungsbereich: H*ierarchielose regionale Produktionsnetze auf Basis von Kompetenzzellen*, Technische Universität Chemniz, Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, http://www.tu-chemnitz.de/sfb457/

[SIRA03] EDITION AUM – Architekturdaten und Management: *sirAdos – Baudaten* und Software. www.sirAdos.de, 2003

[SiWB02] SIGG, R. , WACHSMANN, A. BRINKMEIER, C.: *LuZie*, Zwischenbericht des Forschungsprojektes; Förderkennzeichen 0327293A, Projektträger Jülich (BEO), intep GmbH München, 2002

[SpMJ93] SprUng G., MERTINS, K.; JOCHEM, R.: *Integrierte Unternehmensmodellierung*; Beuth-Verlag, Wien, Zürich 1993

[SRKM01] SCHLICHTER, J, REICHWALD, R., KOCH M., MÖSLEIN, K.: *Rechnergestützte Gruppenarbeit CSCW*; in: i-com Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, Heft 0-2001, S. 5 – 11

[SRSS94] SCHELLE, H. (Hrsg.), RESCHKE, H. (Hrsg.), SCHNOPP, R. (Hrsg.); SCHUB, A. (Hrsg.): *Projekte erfolgreich managen*; Verlag TÜV Rheinland, Köln 1994

[Stac73] STACHOWIAK, H.: *Allgemeine Modelltheorie*. Springer Verlag, Wien, 1973

[Stae85] Staehle, W.: *Management*, Springer Verlag, 2. Auflage, 1985

[Stei98] STEINMEIER, E.: *Realisierung eines systemtechnischen Produktmodells – Einsatz in der PKW-Entwicklung*; Shaker Verlag, Aachen, 1998 (Reihe: Konstruktionstechnik, Band 27)

[StRW97] STRONG, LEE, WANG: *10 Potholes in the Road to Information Quality*, in: Computer, Vol. 30, No.8, August 1997, S. 38

[Suhm93] SUHM, A.: *Produktmodellierung in wissensbasierten Konstruktionssystemen auf der Basis von Lösungsmustern*. Reihe Konstruktionstechnik, Shaker Verlag, Aachen, 1993.

[Schw02] SCHWEINBERGER, D.:*Eine Methodik zur Unterstützung der Suche und Auswahl von Partnern für kooperative Produktinnovationsprojekte*, Universität Karlsruhe, Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau, Dissertation, 2002

[Tami03] TAMINE, O.: *Prozessorientierte Informationsbereitstellung*. in: Grabowski, H., Klimesch, C. (Hrsg.): Informationslogistik und Prozessmanagement – Bausteine für interdiszipliäre Kooperationen, Logos-Verlag, Berlin 2003

[Trau03] TRAUTMANN, N. *Resource Allocation with Standard Software for Project Management*. in: Kirschke, H. (Hrsg.): Digital Proceedings des Internationalen Kolloquiums über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen (IKM). Weimar : Bauhaus-Universität Weimar , 2003. - ISSN 1611-4086

[TSMB95] TEUFEL, S., SAUTER, C., MÜHLHERR, T., BAUKNECHT, K.: *Computerunterstützte Gruppenarbeit*; Bonn: Addison-Wesley, 1995

[UlPr88] ULRICH, H,. PROBST, G.J.B.: Anleitung zum genzheitlichen Denken und Handeln. Ein Bevier für Führungskräfte, Bern und Stuttgart, 1988

[VDI 2219] VDI Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI-Richtlinie 2219: *Datenverarbeitung in der Konstruktion*, Einführung und Wirtschaftlichkeit von PDM-Systemen, Beuth Verlag Berlin, 1999

[VDI 2221] VDI Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI-Richtlinie 2221: M*ethodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*, Beuth Verlag Berlin, 1993

[VDI 2222] VDI Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI-Richtlinie 2222: *Konzipieren technischer Produkte*, Beuth Verlag Berlin, 1977

[VDI 2225] VDI Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI-Richtlinie 2225: *Nutzwertanalyse*, Beuth Verlag Berlin

[VDI3694] VDI Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI/VDE-Richtlinie 3694: *Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen*. Beuth Verlag Berlin, 1991

[VeBe82] VERHEIJEN G.M.A; VAN BEKKUM, J.: *NIAM: An Information Analysis Method.* in: Information Systems Design Methodologies: A Computer Rewiev, North Holland, 1982

[Vers95] VERSTEEGEN, G.: *Alles im Fluss – Die Ansätze der Workflow-Management-Coalition*. in: ix-Multiuser-Multitasking-Magazin; 3/1995; S. 153-160

[VVH92] VOB/VOL/HOAI: *Verdingungsordnung für Buleistungen und Honorarordnung für Architekten und Ingenieure*, Verlag C.H. Beck, München 1992, ISBN 3 406 05034 X

[W3C-1] *HyperText Markup Language (HTML).* http://www.w3. org/MarkUp/

[W3C-2] *Extensible Markup Language (XML)* : http://www.w3.org/XML/

[WaBo99] WALDER, R., BOTH, P. v.: *Kindernachsorgeeinrichtung Graal-Müritz*. Zwischenbericht des Projektes gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, 1999

[Webe98] WEBER, H.: *Konzept eines Modells zur Produktentwicklung*, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik; Institut Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Technische Universität Berlin, Berichte aus dem Produktionstechnischen Zentrum Berlin, Dissertation, 1998

[Wege87] WEGENER, M.: *Mensch-Maschine-Systeme für die Stadtplanung*; Birkhäuser Verlag,1978

[Wein94] WEINBRENNER; V.: *Produktlogik als Hilfsmittel zum Automatisieren von Varianten- und Anpassungskonstruktionen*, KM Konstruktionstechnik München, Band 11, Carl Hanser Verlag München Wien, 1994

[WeKa01] WEISE, M, KATRANUSCHKOV, P.: *Eine praxisorientierte Sicht auf die Produktmodelltechnologie – Möglichkeiten und Probleme bei der Anwendung der IFC*, Beitrag zum Forum Bauinformatik, München 2001. in: Romberg, R., Schulz, M. (Hrsg.) :Forum Bauinformatik 2001, VDI Fortschrittsbericht, Reihe 4, Nr. 169, VDI Verlag, Düsseldorf 2001

[Wers95] WERSCH, M.: *Workflowmanagement: Systemgestützte Steuerung von Geschäftsprozesses*; dt. Universitätsverlag; Wiesbaden 1995

[WFMC] *Workflow-Management-Coalition* : http://www.wfmc.org

[WiAx02] WIDENIUS, M., AXMARK, D.: *MySQL Reference Manual: Documentation from the Source*. 1. Auflage. Sebastapol : O'Reilly & Associates, Inc., 2002. ISBN 0-596-00265-3

[Wieg95] WIEGAND, J.: L*eitfaden für das Planen und Bauen mit Hilfe der Wertanalyse*; Bauverlag GmbH, Wiesbaden/Berlin, 1995

[Wien48] WIENER, M.: *Cybernetics or Control and Communication in the animal and the machine*. Cambridge. Mass. 1948 (deutsch als Taschenbuch mit dem Titel: Kybernetik, Rheinbeck bei Hamburg, 1968, S. 32)

[Will02] WILLENBACHER, H.: *Interaktive verknüpfungsbasierte Bauwerksmodellierung als Integrationsplattform für den Bauwerkslebenszyklus*. Weimar, Bauhaus-Universität, Fakultät für Bauingenieurwesen, Dissertation, 2002

[Wörn97] WÖRNER, K. et al.: *Planungsmethoden für dezentrale Entwicklungsteams*. Teilprojekt A2, SFB 374, Universität Stuttgart; (http://www.sfb374.uni-stuttgart.de), 1997

[Zang71] ZANGENMEISTER, C.: *Grundlagen der Zielfindung und Zielgewichtung*; Skript Brennpunkt Systemtechnik, TU Berlin 1971

[Zang73] ZANGENMEISTER, C.: *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Produktalternativen*. Wittemannsche Buchhandlung, München, 1973.

[Zang76] ZANGENMEISTER, C: *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik*; Wittemann; Berlin, 1976; Dissertation

[Zent04] ZENTNER, F: *Solarbau Teilkonzept 3 GIT Siegen*; Abschlussbericht des Projektes, Projektträger Jülich (BEO), Institut für industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, 2004

[Züst97] ZÜST, R: *Einstieg ins System Engineering*; Zürich, Orell Füssli Verlag 1997; S. 30

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung1.1-1: Erfahrungen aus bisher bearbeiteten Projekten 5
Abbildung 1.3-1: Grundlagen zur Erarbeitung des Projektmodells 9
Abbildung 2.1-1: Grundgrößen des Managements 11
Abbildung 2.1-2: Spektrum der Integrationsansätze nach [ReCo92] 14
Abbildung 2.2-1: Modell der Systembeschreibung 16
Abbildung 2.2-2: Merkmalsbezogene Systemarten nach [Patz94] 18
Abbildung 2.2-3: Aufbau des System Engineering 19
Abbildung 2.2-4: Prinzipien der Problemlösung nach [AgBa92] 20
Abbildung 2.2-5: Vorgehensmodell in Anlehnung an Ropohl [Ropo75] 21
Abbildung 2.4-1: Überblick Phasenmodelle in Erweiterung zu [Daen88] 30
Abbildung 2.4-2: Phasen des schweizer Leistungsmodells LM112 [KBOB00] 31
Abbildung 2.4-3: Vorgehensmodell des V-Modells 34
Abbildung 2.4-4: Arbeitsschritte zur techn. Realisierung eines Hochbaus nach [Baue00] 35
Abbildung 2.5-1: Stufen der Zusammenarbeit in Anlehnung an [TSMB95] 37
Abbildung 2.5-2: Merkmale unterschiedlicher Kooperationsformen [AbGL98]. 38
Abbildung 2.5-3: Unterstützungsansätze von CSCW nach [TSMB95] 40
Abbildung 2.5-4: Wahl der Prozesskoordination nach Art der Kooperation [Müll99] 41
Abbildung 2.5-5: Raum-Zeit-Matrix für CSCW 44
Abbildung 2.5-6: Groupwareklassen und Unterstützungsfunktionen [vgl GrRu99] 45
Abbildung 4.1-1: Skizze des Projektmodells 61
Abbildung 4.1-2: Transformation des Sachsystems über Projektfunktionen 63
Abbildung 4.1-3: Aufbau des Projektsystems 64
Abbildung 4.1-4: Das systemische Projektmodell 66
Abbildung 4.1-5:: Einbindung in übergeordnetes Systemumfeld 68
Abbildung 4.1-6:Addition und Integration von Teilsystemen 68
Abbildung 4.1-7: Aufbau des semantischen Netzes 70
Abbildung 4.1-8: vereinfachtes ERM des Projektmodells 75
Abbildung 4.1-9: iterativer Problemlösungszyklus 80
Abbildung 4.1-10:Teilphasen und Phasenüberlappung 81
Abbildung 4.1-11: Vorgehen bei der strategischen Projektplanung 83
Abbildung 4.1-12: Phasenorientiertes Vorgehen bei der Projektplanung 85
Abbildung 4.1-13: Vorgehensmodell für das Projektmanagement 87
Abbildung 4.2-1: Prinzip der thematischen Strukturierung 88
Abbildung 4.2-2: Postkoordinative Vernetzung 92
Abbildung 4.2-3: Kopplung von Prä- und Postkoordination 93
Abbildung 4.2-4: Zuordnung der Strukturobjekte 95
Abbildung 4.2-5: Metamodell zur Beschreibung des Projektmodells 96
Abbildung 4.2-6: Instanziierung des Metamodells 97
Abbildung 4.2-7: Konzept einer integrierenden Projektstruktur 98

Abbildung 4.2-8: System der Strukturobjekte 101
Abbildung 4.2-9: Bezugssysteme der Strukturobjekte 102
Abbildung 4.2-10: projektrelevante Sachsysteme der Objektplanung 103
Abbildung 4.2-11: planungsbegleitende Produktkonkretisierung 104
Abbildung 4.2-12: Phasenorientierte Aufgaben zur Produktplanung der IFC [IFC2x] 105
Abbildung 4.2-13: Grundgrößen von Systemen 106
Abbildung 4.2-14: Klassen der Systemgrößen 107
Abbildung 4.2-15: funktionsbasierte Transformation der Systemgrößen 108
Abbildung 4.2-16: Matrix zur Erarbeitung der Systemfunktionen 111
Abbildung 4.2-17: Konkretisierung der Produktstruktur 112
Abbildung 4.2-18: Auszug aus der DIN 276 113
Abbildung 4.2-19: IFC-Klassen zur Beschreibung von Bauelementen [IFC2x] 114
Abbildung 4.2-20: Herleitung der räumlichen Systembeschreibung 116
Abbildung 4.2-21: Konkretisierung der Raumstrukturen 116
Abbildung 4.2-22:System der Nutzungsfunktionen nach [DIN 277] 117
Abbildung 4.2-23: Funktionsklassen nach Bezugssystem 119
Abbildung 4.2-24: Lebenszyklusorientiertes Vorgehensmodell 120
Abbildung 4.2-25: Objekte des Sachsystems des Projektmanagements 121
Abbildung 4.2-26: Objekttransformation durch Projektfunktionen 121
Abbildung 4.2-27: Mögliche Klassen von Projektfunktionen 123
Abbildung 4.2-28: Steuergrößen des Managements nach Litke [Litk95] 124
Abbildung 4.2-29: Klassifizierung des Sachsystems des Projektmanagements 124
Abbildung 4.2-30: Datenmodell der Strukturobjekte 127
Abbildung 4.2-31: an Funktionen orientiertes strukturelles Layerkonzept 129
Abbildung 4.2-32: Vorgehen bei der Projektstrukturierung 132
Abbildung 4.2-33: Anwendung der Strukturierungsregeln 133
Abbildung 4.2-34: Strukturierung bei der Projektplanung 134
Abbildung 4.2-35: Beispiel zur Anwendung der Strukturregeln 135
Abbildung 4.3-1: Das Ziel- und Aufgabenmodell im Gesamtkontext 136
Abbildung 4.3-2: Auszug aus dem „House of Quality“ am Beispiel eines Fahrrades nach [Dann96] 139
Abbildung 4.3-3: Teilsysteme des Ziel- und Aufgabensystems 144
Abbildung 4.3-4:Überführung der Kundenwünsche in konkrete Anforderungen 145
Abbildung 4.3-5: Ebenen des Zielsystems 146
Abbildung 4.3-6: Zielsystem mit verschiedenen Ebenen und Zielbereichen 147
Abbildung 4.3-7: Bezugssysteme der strategischen Ziele 149
Abbildung 4.3-8: Analyse der Systemschnittstellen 150
Abbildung 4.3-9: Analyse der Systemschnittstelle des Projektsystems 152
Abbildung 4.3-10: Analyse des Objektsystems 154
Abbildung 4.3-11: Raum- und komponentenbezogene Zuordnung von Anforderungen 155
Abbildung 4.3-12: Ableitung konkreter Projektkomponenten aus funktionalen Leistungsmerkmalen 157
Abbildung 4.3-13: Struktur der projektrelevanten Sachsysteme 158

Abbildung 4.3-14: Bezugsobjekte der Projektanforderungen 159
Abbildung 4.3-15: Objekttransformation durch Projektfunktionen 161
Abbildung 4.3-16: Ebenen des Systems der Planungsinhalte 162
Abbildung 4.3-17: Herleitung der Ablauflogik 165
Abbildung 4.3-18: Zuordnung der Aufgaben zu Bezugsobjekten und Projektfunktionen 166
Abbildung 4.3-19: Bezugssysteme der Aufgaben 167
Abbildung 4.3-20: Zuordnung von Planungsaufgaben 167
Abbildung 4.3-21: Vernetzung des Zielsystems über Strukturobjekte 171
Abbildung 4.3-22: Postkoordinative Verknüpfung anhand thematischer Klassifizierung 174
Abbildung 4.3-23: Prinzip der Zielrelationsmatrix 177
Abbildung 4.3-24: Werteskala zur Festlegung von Zielprioritäten 179
Abbildung 4.3-25: Anforderungsorientierter Regelmechanismus 180
Abbildung 4.3-26: Integration der Entscheidungsebenen ins Prozessmodell 181
Abbildung 4.3-27: Vorgehen bei der zielorientierten Bewertung 183
Abbildung 4.3-28: Erschließung entscheidungsrelevanter Informationen 184
Abbildung 4.3-29: Aufbau des Bewertungsdokumentes 185
Abbildung 4.3-30: vereinfachtes Beispiel einer Nutzwertanalyse 187
Abbildung 4.3-31: Elemente und Struktur des Teilmodells 188
Abbildung 4.3-32: Zielplanung in der strategischen Phase 190
Abbildung 4.3-33: Vorgehen bei der Ableitung der Zielebenen 191
Abbildung 4.3-34: Vorgehen bei der Erarbeitung der strategischen Ziele 192
Abbildung 4.3-35: Vorgehen bei der Erarbeitung der taktischen Ziele 193
Abbildung 4.3-36: Vorgehen bei der Erarbeitung der Planungsinhalte 195
Abbildung 4.3-37: Strukturbildung und Aufgabenerarbeitung 196
Abbildung 4.3-38: Zuordnung der Strukturobjekte 197
Abbildung 4.3-39: Vorgehen bei der Anforderungsentwicklung 197
Abbildung 4.3-40: Konkretisierung der Objektanforderungen 199
Abbildung 4.3-41: Konkretisierung und Anpassung des Zielsystems 200
Abbildung 4.3-42: Vorgehensweise bei der Erarbeitung der projektspezifischen Ziele und Anforderungen unter Einbeziehung wissensbasierter Werkzeuge [BoZe02] 203
Abbildung 4.3-43:Produktfrageliste 204
Abbildung 4.3-44:Zielbaum zur Nachhaltigkeit nach Kohler [Kohl01] 205
Abbildung 4.3-45:Identifikation der Umgebungssysteme 205
Abbildung 4.3-46:Matrix zur Analyse der Lebenszyklusphasen 207
Abbildung 4.3-47: Managementzuständigkeiten bei der Zielplanung 208
Abbildung 4.4-1: Das Organisationsmodell im Gesamtkontext 210
Abbildung 4.4-2: Organisationsformen im Vergleich 212
Abbildung 4.4-3: Führungskreis der GPM [Jeus94] 213
Abbildung 4.4-4: organisatorische Integration 215
Abbildung 4.4-5: Schema der modularen prozessorientierten Projektstruktur 217
Abbildung 4.4-6: Einbindung der Teambildung in den Prozess der Projektplanung 218
Abbildung 4.4-7: Projektrelevante Managementbereiche 220
Abbildung 4.4-8: Managementdreieck nach Litke 222

Abbildung 4.4-9: Projektrollen als organisatorische und fachliche Rollen 222
Abbildung 4.4-10: Zuständigkeitsbereiche der Managementrollen 223
Abbildung 4.4-11: Verantwortlichkeiten für die Elemente der Teilmodelle.....225
Abbildung 4.4-12: Managementtätigkeiten und zuständige Rollen 225
Abbildung 4.4-13: Suche der Planungsbeteiligten über Fachrollen 227
Abbildung 4.4-14: Das Kompetenzprofil als Hilfestellung bei der Aufgabenkoordination 228
Abbildung 4.4-15: Bereiche des Kompetenzprofils 229
Abbildung 4.4-16: Arbeitspaket und Prozess als Grundlage eines aufgabenbezogenen Vertragswesens 231
Abbildung 4.4-17: vereinfachtes ERM des Teilmodells 232
Abbildung 4.4-18: Vorgehensweise bei der Bildung der Projektstruktur 234
Abbildung 4.4-19: Vorgehen bei der Teamorganisation 235
Abbildung 4.5-1: Das Prozessmodel im Gesamtkontext.....237
Abbildung 4.5-2: Projektfunktionen als Transformationsprozesse 244
Abbildung 4.5-3: Verknüpfung Aufgabe – Prozess 245
Abbildung 4.5-4: Die zwei Ebenen der Prozessmodellierung 245
Abbildung 4.5-5: Schema das phasenorientierten Prozessmodells.....247
Abbildung 4.5-6: Anordnungsbeziehungen für die Prozessmodellierung [DIN 69901] 249
Abbildung 4.5-7: Mechanismen zur Laufzeitunterstützung 254
Abbildung 4.5-8: Der Prozess als Grundlage eines Vertragswesens 256
Abbildung 4.5-9: Managementzuständigkeiten bei der Prozessmodellierung 257
Abbildung 4.5-10: Vereinfachtes ERM des Teilmodells.....259
Abbildung 4.5-11: Phasenorientiertes Vorgehen bei der Prozessmodellierung.....260
Abbildung 4.5-12: Erarbeitung der Ablauforganisation auf Koordinationsebene 261
Abbildung 4.5-13: Erarbeitung der Ablauforganisation auf Detailebene 262
Abbildung 4.5-14: Interaktion der assistierenden Module 264
Abbildung 4.5-15: Anbindung der assistierenden Wissenbasis mit Prozessmodulen.....265
Abbildung 4.5-16: Ablaufmodell zur Prozessmodellierung mit Einbindung assistierender Module in Anlehnung an [Info02] 266
Abbildung 4.6-1: Das Informationsflussmodell im Gesamtkontext.....267
Abbildung 4.6-2: Synchrone Kommunikation 269
Abbildung 4.6-3: Asynchrone, gerichtete Kommunikation 270
Abbildung 4.6-4: asynchroner, ungerichteter Austausch 270
Abbildung 4.6-5: Informationsmanagement in Abhängigkeit vom Strukturierungsgrad 271
Abbildung 4.6-6: Mechanismen des Informationsmanagements 272
Abbildung 4.6-7: Prinzip der Informationsverwaltung auf Basis des Containermodells 274
Abbildung 4.6-8: Beispiele für Containerelementtypen 277
Abbildung 4.6-9: Informationsflussmodell in Anlehnung an Gronski [Gron97].....279
Abbildung 4.6-10: Organisationsstrukturen als Grundlage des Informationsflusses.....280
Abbildung 4.6-11: Arten der Informationsverteilung in Anlehnung an [Müll99] 281
Abbildung 4.6-12: Verteilungsmechanismen nach [Prin01] 285
Abbildung 4.6-13: vereinfachtes ERM des Teilmodells 287
Abbildung 4.7-1: Lebenszyklusorientiertes Vorgehensmodell 293

Abbildung 4.7-2: Planungsbegleitende Produktkonkretisierung 294
Abbildung 4.7-3: Arbeitsschritte der Konzeptplanung 296
Abbildung 4.7-4: Funktionsanalyse nach [Schl80] 297
Abbildung 4.7-5: SyProM-Vorgehensmodell 299
Abbildung 4.7-6: Einbindung des Vorgehensmodells zur Objektplanung 300
Abbildung 4.7-7:Konkretisierung des Objektes auf zwei Ebenen 302
Abbildung 5.2-1: Module der prototypischen Umsetzung 306
Abbildung 5.2-2: Anbindung externer Werkzeuge und Informationen 307
Abbildung 5.2-3: Prinzip des Bildschirmaufbaus 310
Abbildung 5.2-4: Ebenenkonzept zum Zugriff auf Elemente und Funktionalitäten 310
Abbildung 5.2-5: Regelung des Datenbankzugriffes 311
Abbildung 5.3-1: Systemarchitektur 313
Abbildung 5.4-1: Startseite des Prototypen 314
Abbildung 5.4-2: Benutzeroberfläche des Prototypen 316
Abbildung 5.4-3: Startseite des Moduls zur Ziel- und Anforderungsmodellierung 318
Abbildung 5.4-4: Benutzeroberfläche der Organisationsebene 319
Abbildung 5.4-5: Elementmaske des strategischen Ziels 321
Abbildung 5.4-6: Elementmaske des taktischen Ziels 322
Abbildung 5.4-7: Sollwertspezifikation der Anforderungen 323
Abbildung 5.4-8: Interaktive Checklisten zur Unterstützung der Elementklassifizierung 324
Abbildung 5.4-9: Verwaltung von Anforderungskonflikten 325
Abbildung 5.4-10: Benutzungsoberfläche des Zielplanungspiloten 326
Abbildung 5.4-11: Leitfaden mit Erläuterung zur Anforderungsmodellierung 327
Abbildung 5.4-12: Werkzeuge für die Anforderungsmodellierung 327
Abbildung 5.4-13: Nachhaltigkeitsaspekte als interaktive Auswahlliste 328
Abbildung 5.4-14: Benutzeroberfläche des Hilfsmittels zur Zielbewertung 330
Abbildung 5.4-15: Bewertungsdokument mit Bewertungsmatrix 331
Abbildung 5.4-16: Anforderungskonflikt mit Attributen 333
Abbildung 5.4-17: Modul zum Zielkonfliktmanagement 334
Abbildung 5.4-18: Zielforum 335
Abbildung 5.4-19: Benutzeroberfläche des Moduls zum Aufgabenmanagement 336
Abbildung 5.4-20: Organisationsebene zum Aufgabenmanagement 337
Abbildung 5.4-21: Aufgabendokument im Bearbeitungsmodus 339
Abbildung 5.4-22: Klassifizierung des Arbeitspaketes 340
Abbildung 5.4-23: Aufgabenbezogene Informationsverwaltung 341
Abbildung 5.4-24: Elementmaske des Aufgabenkomplexes 342
Abbildung 5.4-25: Operatives Planungspaket mit der Beschreibung des Zielzustandes 343
Abbildung 5.4-26: Leitfaden zur Aufgabenentwicklung 344
Abbildung 5.4-27: assistierende Werkzeuge zum Aufgabenmanagement 345
Abbildung 5.4-28: Modul zum Prozessmanagement 346
Abbildung 5.4-29: Kalenderansicht der Meilensteine 347
Abbildung 5.4-30: Benutzeroberfläche der Organistionsebene 348
Abbildung 5.4-31: Leitfaden zum Prozessmanagement auf Koordinationsebene 349

Abbildung 5.4-32: Benutzeroberfläche zur Organisation auf Detailebene 350
Abbildung 5.4-33: Elementmaske Projektphase 351
Abbildung 5.4-34: Elementmaske des Meilensteins 352
Abbildung 5.4-35: Elementmaske „Prozess“ im Bearbeitungsmodus 353
Abbildung 5.4-36: Prozessdokument mit der Verwaltung der Zuständigkeiten im Bearbeitungsmodus 354
Abbildung 5.4-37: Prozess mit Verwaltung der Anordnungsbeziehungen 355
Abbildung 5.4-38: Prozess-Kategorie Controlling 356
Abbildung 5.4-39: Elementmaske des Rahmenprozesses mit Gantt-Diagramm 357
Abbildung 5.4-40: Vorgehenspilot zur Prozessplanung 358
Abbildung 5.4-41: Leitfaden zur Prozessmodellierung auf Detailebene 359
Abbildung 5.4-42: Prozessbezogene Fortschrittskontrollberichte 360
Abbildung 5.4-43: Mechanismen zur Koordination des Statuswechsels 361
Abbildung 5.4-44: Einbindung assistierender Werkzeuge zu Prozessmanagement 362
Abbildung 5.4-45: Vorgehensmodell zur Einbindung der Werkzeuge 363
Abbildung 5.4-46: Benutzeroberfläche des Moduls zur Projektorganisation 364
Abbildung 5.4-47: Benutzeroberfläche der Organisationsebene 365
Abbildung 5.4-48: Vertragsdokument mit Zusatzinformationen 367
Abbildung 5.4-49: Benutzeroberfläche des Personenblattes 368
Abbildung 5.4-50: Personenbezogenes Kompetenzprofil 369
Abbildung 5.4-51: Dokument zur Verwaltung eines Institution 370
Abbildung 5.4-52: Maske des Teamdokumentes 371
Abbildung 5.4-53: Maske der organisatorischen Rolle 372
Abbildung 5.4-54: Leitfaden zur Projektorganisation und Teambildung 373
Abbildung 5.4-55: Mechanismen zur Unterstützung der Administration des Teammanagements 374
Abbildung 5.4-56: Assistierendes Werkzeug zur Kompetenzsuche 375
Abbildung 5.4-57: Benutzeroberfläche des Moduls zum Informationsmanagement 377
Abbildung 5.4-58:Inhaltsobjekt mit der Beschreibung der Informationsinhalte 379
Abbildung 5.4-59: Inhaltsobjekt mit Informationen zur Koordination im Planungsprozess 380
Abbildung 5.4-60: Eingabemaske der Infoprofil-Auswahl 383
Abbildung 5.4-61: Infoprofil-Benachrichtigung mit Verweisen auf abonnierte Dokumente 384
Abbildung 5.4-62: Benutzungsoberfläche zur Verwaltung der Strukturobjekte 385
Abbildung 5.4-63: Benutzeroberfläche zur Organisation der Strukturobjekte 387
Abbildung 5.4-64: Interaktive Checkliste zur Erstellung von Elementtypen 388
Abbildung 5.4-65: Strukturinformationen des Bauelementes 389
Abbildung 5.4-66: Einbindung ergänzender Informationen durch Zugriff auf das ifib-Gebäudemodell 390
Abbildung 5.4-67: Bauelement mit Objekteigenschaften 391
Abbildung 5.4-68: Benutzeroberfläche des Raumbuches 393
Abbildung 5.4-69: Benutzeroberfläche des Bereichs „Werkzeuge und Methoden“ 395
Abbildung 5.4-70: Projektblatt mit Informationen 396
Abbildung 5.4-71: Benutzeroberfläche des persönlichen Bereiches 397

Abbildung 5.4-72: Vorgehenspilot zum Projektmanagement ... 398
Abbildung 5.4-73: Benutzeroberfläche des Planungspiloten ... 399
Abbildung 5.4-74: phasenbezogener Planungsleitfaden ... 400
Abbildung 5.4-75: Persönliche Mailbox ... 401
Abbildung 5.4-76: Diskussionsforum ... 402
Abbildung 5.4-77: Persönlicher Terminkalender ... 403
Abbildung 5.4-78: Terminkalender mit Terminformular ... 404
Abbildung 5.4-79: Document Type Definition zur Spezifikation der XML-Schnitttstelle ... 405
Abbildung 5.4-80: XML-Importmodi ... 406
Abbildung 5.4-81: Einbindung von SQL-Anfragen in die Elementmaske ... 408
Abbildung 5.4-1: Objektplattform mit verknüpften Projektumgebungen ... 417
Tabelle 10.1-1: Entität *Strategisches Ziel* ... 456
Tabelle 10.1-2: Elementspezifikation *Taktisches Ziel* ... 457
Tabelle 10.1-3: Entität Anforderung ... 458
Tabelle 10.1-4: Entität Zielkonflikt ... 459
Tabelle 10.1-5: Entität Anforderungskonflikt ... 460
Tabelle 10.1-6: Entität Operatives Planungspaket ... 461
Tabelle 10.1-7: Entität Aufgabenkomplex ... 462
Tabelle 10.1-8: Entität Arbeitspaket ... 463
Tabelle 10.1-9: Verknüpfung Aufgabenkomplex ... 464
Tabelle 10.1-10: Verknüpfung Arbeitspaket ... 464
Tabelle 10.1-11: Entität Bewertungsdokument ... 465
Tabelle 10.1-12: Entität Werkzeug ... 466
Tabelle 10.1-13: Entität Methode ... 467
Tabelle 10.2-1: Entität Institution ... 468
Tabelle 10.2-2: Entität Person ... 469
Tabelle 10.2-3: Entität Team ... 470
Tabelle 10.2-4: Entität organisatorische Rolle ... 471
Tabelle 10.3-1: Entität Phase ... 472
Tabelle 10.3-2: Entität Meilenstein ... 473
Tabelle 10.3-3: Entität Rahmenprozess ... 474
Tabelle 10.3-4: Entität Prozess ... 475
Tabelle 10.3-5: Entität Anordnungsbeziehung ... 476
Tabelle 10.3-6: Entität Fortschrittskontrollbericht ... 477
Tabelle 10.4-1: Entität Inhaltsobjekt ... 478
Tabelle 10.5-1: Entität Objektfunktion ... 479
Tabelle 10.5-2: Entität Elementtyp ... 480
Tabelle 10.5-3: Entität Bauelement ... 481
Tabelle 10.5-4: Entität Funktionsbereich ... 482
Tabelle 10.5-5: Entität Raum ... 483
Tabelle 10.5-6: Entität Nutzungsfunktion ... 484
Tabelle 10.5-7: Entität Systemgröße ... 484
Tabelle 10.5-8: Entität Lebenszyklusphase ... 485

Tabelle 10.5-9: Entität Projektfunktion 485
Tabelle 10.5-10: Entität Projektelementtyp 486

10 Anhang

Spezifikation der Elemente des Projektmodells

Die verschiedenen Elemente des Projektmodells werden als eigenständige Informationsobjekte gehandhabt, deren Eigenschaften über zugeordnete Attribute beschrieben werden. Die Attribute dienen neben der eigentlichen Beschreibung des Informationsinhaltes zur besseren Interpretierbarkeit und Einordnung in den Kontext der Projektabwicklung. Sie erleichtern so das Suchen bzw. Auffinden des eigentlichen Informationsobjektes.

Auf diese Attribute können zudem, wie in Kapitel 4.3.3.5.1 beschrieben, Klassifizierungs- und Strukturierungsansätze angewandt werden. Die als Klassifizierungskriterien genutzten Attribute werden so genutzt, um im Sinne einer dynamischen postkoordinativen Strukturierung kontextbezogene Sichten auf die verschiedenen Elemente zu generieren.

Zur Abbildung er elementbezogenen Informationen sind folgende allgemeine Attributklassen vorgesehen, die für jedes Teilmodell und zum Teil Element spezifisch angepasst werden.

- Beschreibung der Inhalte
- Einordnung in thematischen Projektkontext
- Strukturinformationen
- Management und Koordination
- Verwaltungsinformationen

Die Attributklasse *Inhalte* dient zur genauen Beschreibung des Elementes an sich bzw. seines Inhaltes. Hier findet die Spezifikation der Ziel- und Aufgabeninhalte statt, indem konkrete Sollwerte spezifiziert werden können oder Aufgabenstellungen ausformuliert werden. Ergänz wird dies durch die Möglichkeit zum Anhängen ergänzender Informationen als Dateianhang, wie z.B. Skizzen, Beispiele. Hier kann zudem eine mögliche Gewichtung der Ziele und Anforderungen verwaltet werden.

Die Attributklasse **Einordnung in den Projektkontext** dient zur Beschreibung des Entstehungs- und Nutzungskontext des Elementes. Hierüber kann z.B. die Herkunft des Elementes oder der Erstellungszweck erläutert werden. Diese Attribute dienen zur besseren Einordnung des Elementes in den Projektablauf.

Der Bereich **thematische** *Klassifikation* dient zur Einbindung des Elementes in den inhaltlichen bzw. thematischen Gesamtzusammenhang der Planung. Hier wird eine Zuordnung zu den zuvor beschriebenen Strukturobjekten (funktionale Aspekte, Bezugsobjekte, Phasen und Nutzungsfunktion) als Klassifizierungskriterien ermöglicht.

Strukturinformationen: Hier werden präkoordinative Relationen zwischen den Elementen des Systems abgebildet. Diese ergeben sich z.B. aus der direkten Ableitung eines Elementes aus

einem anderen im Sinne einer Bestandsrelation oder im Rahmen der Abbildung von Zielkonflikten.

Unter dem Punkt **Management und** *Koordination* werden die Zusatzinformationen verwaltet, welche im Rahmen des Projektmanagements zur Koordination und Handhabung des Elementes dienen. Hierzu zählen z.B. Informationen über den Bearbeitungsstatus von Aufgabenstellungen, die Festlegung des zuständigen Bearbeiters sowie Fertigstellungstermine.

Verwaltungsinformationen dienen der besseren Handhabung der Elemente. Hier werden z.B. der Elementersteller, die Elementhistorie sowie die Freigabestati verwaltet.

Diese Attributklassen werden für jedes Element des Teilmodells spezifisch ausgestaltet. Eine detaillierte Erläuterung der konkreten elementspezifischen Attribute der verschiedenen Elemente des Teilsystems erfolgt aus Gründen der Übersichtlichkeit im Anhang.

Die Elementspezifikation nimmt dabei Bezug auf die spätere Umsetzung in der dokumentbasierten Groupwareumgebung Lotus Domino. Die Datentypen der Attribute nutzen daher die dort zur Verfügung stehenden Datentypen des Systems:

- Date: dient zur Verwaltung von Datums- und Zeitwerten
- Text: dient zur Verwaltung von Strings mit einer Größe von bis zu 15 Kb
- Rich-Text: dient der Verwaltung von Inhalten vielfacher Art, wie formatierbarer Text, Grafiken, Java-Applets, Dateianhänge etc. mit einer Größe von bis zu 64 Kb
- Number: dient der Verwaltung von Zahlenwerten in verschiedenen Zahlenformaten, wie integer, real etc
- Name: dient zur Verwaltung von Personen-, Gruppen- und Servernamen mit einem auf X.400 basierenden Format, das einen Benutzer im Rahmen einer hierarchisch aufgebauten Organisationsstruktur eindeutig identifiziert.
- Enum: string, dessen Wert aus einem festen Wertebereich bzw. Domäne stammt
- List of...: dient zur Verwaltung von Mehrfachwerte unterschiedlicher Datentypen

Die Entitäten des Projektmodells sowie des Objektstrukturmodells werden mit ihren spezifischen Attributen und entsprechenden Datentypen im Folgenden tabellarisch vorgestellt.

Projektblatt

Projekt				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung:	string		NOT NULL	
Status	enum { nicht begonnen, läuft, abgeschlossen}			
Titel des Bauvorhabens	string			
Beschreibung	rich-text			
Bauherr	string			
Bauherr-Adresse	string			
Bauherr-Telefon	string			
Bauherr-Fax	string			
Bauort	string			
Projektbeginn	date			
Projektende	date			

Tabelle 10-1: Entität *Projekt*

10.1 Elemente des Teilmodells Ziele und Aufgaben

Strategisches Ziel

	Strategisches Ziel (SZ)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Beschreibung	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Beschreibung	ritch-text			
	Priorität	enum { Festforderung, Wunschforderung, Zielforderung}			
Sollwerte	Zieltyp	enum { qualitativ, quantitativ}			
	Indikator	string			
	Sollwert	string			
	Wertebereich	enum { Punktforderung Bereichsforderung Optimalitäts-forderung}			
	Ergänzende Informationen	attached files			
Verknüpfungen	Inhaltlich verknüpfte strategische Ziele	list of strings	*ID-Ref. SZ*		Foreign Key
Klassifikation	Nachhaltigkeitsaspekt	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Bezugssystem	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Systemgröße	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
Zieldiskussion	Kommentar zur Zielerreichnung	richt-text			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-1: Entität *Strategisches Ziel*

Taktisches Ziel

	Taktisches Ziel (TZ)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Beschreibung	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Beschreibung	ritch-text			
	Priorität	enum { Festforderung, Wunschforderung, Zielforderung}			
Sollwerte	Zieltyp	enum { qualitativ, quantitativ}			
	Indikator	string			
	Sollwert	string			
	Wertebereich	enum { Punktforderung Bereichsforderung Optimalitäts-forderung}			
	Ergänzende Informationen	attached files			
Verknüpfungen	übergeordnetes strategisches Ziel	string	*ID-Ref. SZ*		Foreign Key
	abgeleitete Ziele	list of strings	*ID-Ref. Organ. Einheit*		Foreign Key
	Inhaltlich verknüpfte Ziele	list of strings	*ID-Ref. TZ, berechnet*		Foreign Key
Klassifikation	Nachhaltigkeitsaspekt	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Objektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Nutzungsfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Bezugssystem	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Lebenszyklusphase	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Systemgröße	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
Zieldiskussion	Kommentar zur Zielerreichnung	richt-text			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-2: Elementspezifikation *Taktisches Ziel*

Anforderung

	Anforderung (Anf)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Beschreibung	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Beschreibung	ritch-text			
	Priorität	enum {1-10}			
	Ursprung / Quelle	enum { extern (Kunden), intern (Planungsteam)			
Sollwerte	Anforderungetyp	enum { qualitativ, quantitativ}			
	Anforderungsmerkmal	string			
	Merkmalsausprägung	string			
	Wertebereich	enum { Punktforderung Bereichsforderung Optimalitäts-forderung}			
	Validierungsverfahren	*List of strings*	*ID-Ref. Wz*		Foreign Key
	Ergänzende Informationen	attached files			
Verknüpfungen	übergeordnetes taktisches Ziel	string	*ID-Ref. TZ*		Foreign Key
	Inhaltlich verknüpfte Anforderungen	list of strings	*ID-Ref. Anf., berechnet*		Foreign Key
Klassifikation	Nachhaltigkeitsaspekt	string	*Referenz auf Aspekt*		Foreign Key
	Objektfunktion	string	*Referenz auf OF*		Foreign Key
	Elementtyp	string	*Referenz auf ET*		Foreign Key
	Bauelement	string	*Referenz auf BE*		Foreign Key
	Funktionsbereich	string	*Referenz auf FB*		Foreign Key
	Raum	string	*Referenz auf RA*		Foreign Key
	Projektfunktion	string	*Referenz auf PrF*		Foreign Key
	Lebenszyklusphase	string	*Referenz auf LzP*		Foreign Key
	Systemgröße	string	*Referenz auf SG*		Foreign Key
Zieldiskussion	Kommentar zur Anf-erreichung	richt-text			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-3: Entität Anforderung

Zielkonflikt

Zielkonflikt (ZK)				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung:	string		NOT NULL	
Beschreibung	ritch-test			
Ziel 1	string	*ID-Ref. TZ*		
Ziel 2	string	*ID-Ref. TZ*		
Relationstyp	enum { Konkurrenz Komplementarität Antinomie}			
Bezugsobjekt	string	*ID-Ref. Elementtyp*		Foreign Key
Systemgröße	string	*ID-Ref. Systemgröße*		Foreign Key
Lebenszyklusphase	string	*ID-Ref.* *LZ-Phase*		Foreign Key
Richtung	enum { symmetrisch, assymetrisch 1->2, assymetrisch 2->1}			
Beeinflussungsgrad	enum {gering, mittel, stark}			
Beeinflussungs-funktion	string			
Anmerkungen	string			
Autor	*authors*	*Ref. Person,*		
Erstellungsdatum	*date*			
Änderungsdatum	*date*			
Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-4: Entität Zielkonflikt

Anforderungskonflikt

Anforderungskonflikt (AnfK)				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung:	string		NOT NULL	
Beschreibung	ritch-test			
Anforderung 1	string	*ID-Ref. Anford.*		
Anforderung 2	string	*ID-Ref. Anford.*		
Relationstyp	enum { Konkurrenz Komplementarität Antinomie}			
Bezugsobjekt	string	*ID-Ref. Elementtyp*		Foreign Key
Systemgröße	string	*ID-Ref. Systemgröße*		Foreign Key
Lebenszyklusphase	string	*ID-Ref. LZ-Phase*		Foreign Key
Richtung	enum { symmetrisch, assymetrisch 1->2, assymetrisch 2->1}			
Beeinflussungsgrad	enum {gering, mittel, stark}			
Beeinflussungs-funktion	string			
Anmerkungen	string			
Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
Erstellungsdatum	*date*			
Änderungsdatum	*date*			
Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-5: Entität Anforderungskonflikt

Operatives Planungspaket

Operatives Planungspaket (OPP)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Beschreibung	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Beschreibung	ritch-text			
	Aufgabentyp	enum { Objektplanung, Projekt-management}			
	Ergänzende Informationen	attached files			
Koordination	Zugehörige Projektphase	string	*ID-Ref. Projektphase*		
	Zugeordneter Meilenstein	string	*ID-Ref. Meilenstein*		Foreign Key
Verknüpfungen	übergeordnetes taktisches Ziel	string	*ID-Ref. OZ*		Foreign Key
Klassifikation	Objektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Elementtyp	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Funktionsbereich	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-6: Entität Operatives Planungspaket

Aufgabenkomplex

	Aufgabenkomplex (AK)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Beschreibung	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Aufgabentyp	enum { Objektplanung, Projekt-management}			
Aufgabenstellung	Beschreibung	ritch-text			
	Ergänzende Informationen	attached files			
	Zugeordnete Werkzeuge und Methoden	enum { qualitativ, quantitativ}	*ID-Ref. Wz*		Foreign Key
Strukturinformationen	Zugehörige Projektphase	string	*ID-Ref. Ph*		Foreign Key
	Übergeordnetes OPP	string	*ID-Ref. OPP*	NOT NULL	Foreign Key
	Vernetzte AKs	enum { Punktforderung Bereichsforderung Optimalitäts-forderung}			
Verknüpfungen	übergeordnetes taktisches Ziel	string	*ID-Ref. TZ*		Foreign Key
Klassifikation	Nachhaltigkeitsaspekt	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Objektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Elementtyp	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Funktionsbereich	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Projektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Lebenszyklusphase	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Systemgröße	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
Koordination	Zugehöriges Team	*ID-Ref. RP*			Foreign Key
	Verknüpfter Rahmenprozess		*ID-Ref. RP*		Foreign Key
	Bewertungsdokument		*ID-Ref. BwD*		Foreign Key
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-7: Entität Aufgabenkomplex

Arbeitspaket

	Arbeitspaket (AP)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Beschreibung	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Aufgabentyp	enum { Objektplanung, Projektmanagement}			
Aufgabenstellung	Beschreibung	ritch-text			
	Ergänzende Informationen	attached files			
	Einzusetzende Werkzeuge und Methoden	string	*ID-Ref. Wz*		Foreign Key
Struktur-informationen	Zugehörige Projektphase	string	*ID-Ref. Ph*		Foreign Key
	Übergeordneter AK	string	*ID-Ref. OPP*	NOT NULL	Foreign Key
Klassifikation	Nachhaltigkeitsaspekt	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Objektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Elementtyp	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Bauelement	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Funktionsbereich	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Raum	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Projektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Lebenszyklusphase	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Systemgröße	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
Koordination	Verknüpfter Prozess		*ID-Ref. P*		Foreign Key
	Priorität	enum {niedrig, mittel, hoch}			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-8: Entität Arbeitspaket

Aufgabenverknüpfungen

Aufgabenkomplex-Verknüpfung (AKV)				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung:	string		NOT NULL	
Beschreibung	ritch-test			
Aufgabenkomplex 1	string	*ID-Ref. AK*		Foreign Key
Aufgabenkomplex2	string	*ID-Ref. AK*		Foreign Key
Relationstyp	enum {1 ist inhaltliche Grundlage von 2,inhaltliche Wechselwirkungen, 1baut auf Ergebnissen von 2 auf}			

Tabelle 10.1-9: Verknüpfung Aufgabenkomplex

Arbeitspaket-Verknüpfung (AKV)				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung:	string		NOT NULL	
Beschreibung	ritch-test			
Arbeitspaket 1	string	*ID-Ref. AP*		Foreign Key
Arbeitspaket2	string	*ID-Ref. AP*		Foreign Key
Relationstyp	enum {1 ist inhaltliche Grundlage von 2,inhaltliche Wechselwirkungen, 1baut auf Ergebnissen von 2 auf}			

Tabelle 10.1-10: Verknüpfung Arbeitspaket

Bewertungsdokument

Bewertungsdokument (BD)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemein	ID	*string*		NOT NULL	Primary Key
	Nummer	*string*		NOT NULL	
	Zugeordneter Aufgabenkomplex	*string*	*ID-Ref. AK*	NOT NULL	Foreign Key
	Teilnehmer	*List of strins*	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
Bewertungsmatrix	Bewertungskriterien	*List of strings*	*Embedded selection of Anforderungen*		Foreign Key
	Gewichtung	*number*	Wertebereich {0-10}		
	Ist-Werte	*List of strings*	*Für jedes Bew.-kriterium*		
	Erfüllungsgrad	*number*	*Wertebereich {0-10}*		
	Nutzwert	*number*	*Erfüllungsgrad * Gewichtung*		
Bewertung durch Teammitglieder	Name	*string*			
	Textuelle Bewertung	*string*	*ID-Ref. W+M*		Foreign Key
Entscheidungs-findung	Entscheidungsvorschlag	*string*			
	Entscheidungsweg	*enum{Planungs-prozess freigeben Planungsergebniss e überarbeiten Zielanpassung}*			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-11: Entität Bewertungsdokument

Werkzeug

	Werkzeug (W)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Informationen	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Kürzel	string			
	Typ	enum {Planungsmethode, Managementmethode, Validierungsmethode}			
	Quelle/ Hersteller	string			
Struktur-informationen	Zugehörige Methode	string	*ID-Ref. W*		Foreign Key
Erläuterung	Beschreibung	rich text			
	Ergänzende Informationen	*attached file*	file upload		
	Anmerkungen	*rich text*			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-12: Entität Werkzeug

Methode

	Methode (M)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Informationen	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Kürzel	string			
	Typ	enum {Planungsmethode, Managementmethode, Validierungsmethode}			
	Quelle	string			
Struktur-informationen	Zugehöriges Werkzeug	string	*ID-Ref. W*		Foreign Key
Erläuterung	Beschreibung	rich text			
	Ergänzende Informationen	*attached file*	file upload		
	Anmerkungen	*rich text*			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.1-13: Entität Methode

10.2 Elemente des Organisationsmodells

Institution

Institution (I)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Persönliche Daten	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Name	string		NOT NULL	
	Adresse	ritch-text			
	Email	string			
	Telefonnummer	string			
	Fax	string			
	Institution	string	*ID-Ref. Institution*		
	Ergänzende Informationen	Dateianhang			
Kompetenzprofil	Projektfunktionen				
	Projektarten				Foreign Key
	Projektphasen				
	LZ-Phasen	string	*ID-Ref. OZ*		Foreign Key
	Objektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Elementtyp	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Raumtyp	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	EDV-Kenntnisse	list of strings			
	Methodische Managementerfahrung	Enum{Inhaltliche Koordination, Planung+Steuerung, Moderation+Coaching, Projektorganisation}			
Ressourcen	Max. Ressourceneinsatz	*number*	*Wertebereich {1-100}*		
	Aktuelle Ressourcenauslastung	*number*	Angaben in %		
	Stundensatz	*number*			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.2-1: Entität Institution

Person

Person (Pn)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Persönliche Daten	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Name	string		NOT NULL	
	Adresse	ritch-text			
	Email	string			
	Telefonnummer	string			
	Fax	string			
	Institution	string	*ID-Ref. Institution*		
	Ergänzende Informationen	Dateianhang			
Kompetenzprofil	Projektfunktionen				
	Projektarten				Foreign Key
	Projektphasen				
	LZ-Phasen	string	*ID-Ref. OZ*		Foreign Key
	Objektfunktion	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Elementtyp	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	Raumtyp	string	*Referenz auf Bezeichnung*		Foreign Key
	EDV-Kenntnisse	list of strings			
	Methodische Managementerfahrung	Enum{Inhaltliche Koordination, Planung+Steuerung, Moderation+Coaching, Projektorganisation}			
Ressourcen	Max. Ressourceneinsatz	*number*	*Wertebereich {1-100}*		
	Aktuelle Ressourcenauslastung	*number*	Angaben in %		
	Stundensatz	*number*			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.2-2: Entität Person

Team

Team (T)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Daten	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Teambezeichnung	string		NOT NULL	
	Ergänzende Informationen	Dateianhang			
	Teammitglieder	*List of strings*	*ID-Ref. Personen*	NOT NULL	
	Zugeordneter Aufgabenkomplex	string	*ID-Ref. AK*		Foreign Key
Teammanage-mentfunktionen	Inhaltliche Koordination	string	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
	Planung und Steuerung	string	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
	Teamorganisation	string	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
	Moderation und Coaching	string	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
Koordination	Max. Ressourceneinsatz	*number*	*Σ Ressourcen der Team-mitglieder*		
	Aktuelle Ressourcenauslastung	*number*	*Σ Ressourcen der Team-mitglieder*		
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.2-3: Entität Team

Organisatorische Rolle

Organisatorische Rolle (OR)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Daten	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Rollentyp	enum {Projektmanage-mentrolle,Team-managementrolle, Fachrolle}		NOT NULL	
	Erläuterung	rich-text			
	Ergänzende Informationen	Dateianhang			
Koordination	Zugeordnete Person	string	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
	Vertretung	string	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
	Max. Ressourceneinsatz	*number*	*Referenz auf Personen-dokument*		Foreign Key
	Aktuelle Ressourcenauslastung	*number*	*Referenz auf Personen-dokument*		Foreign Key
	Vertretung				
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.2-4: Entität organisatorische Rolle

10.3 Prozessmodell

Phase

Projektphase				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung	enum { strategische Phase, Konzeptplanung, Entwurfsplanung, Dateilplanung, Ausführungsplanung}		NOT NULL	
Bearbeitungsstatus	enum { nicht begonnen, Metaphase, Bearbeitungsphase, Synthesephase, abgeschlossen}			
vorgehende Projektphase	string	*ID-Ref. Projektphase*		Foreign Key
nachfolgende Projektphase	string	*ID-Ref. Projektphase*		Foreign Key
Starttermin/-ereignis	date			
Endtermin/-ereignis	date			
Dauer	string			
Author	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
Erstellungsdatum	*date*			
Änderungsdatum	*date*			
Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.3-1: Entität Phase

Meilenstein

Meilenstein (MS)				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung	string		NOT NULL	
Beschreibung	ritch-text			
Bearbeitungsstatus	enum { nicht begonnen, wird bearbeitet, abgeschlossen}			
Zugehöriges operatives Planungspaket (OPP)	string	*ID-Ref. OZ*	NOT NULL	Foreign Key
Fertigstellungsdatum	date			
Zuständige organisator. Einheit	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
Zugehörige Projektphase	string	*ID-Ref. Projektphase*		Foreign Key
Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
Erstellungsdatum	*date*			
Änderungsdatum	*date*			
Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.3-2: Entität Meilenstein

Rahmenprozess

Rahmenprozess (RP)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Prozesstyp	enum { Primärprozess, Sekundärprozess}			
	Priorität	enum { niedrig, mittel, hoch}			
Strukturinformationen	Verknüpfter Aufgabenkomplex	string	*ID-Ref. AP*	NOT NULL	Foreign Key
	Zugeordneter Meilenstein	string	*ID-Ref. MS*		Foreign Key
	Übergeordnete Phase	string	*ID-Ref. Ph*	NOT NULL	Foreign Key
Zuständigkeit	Zuständiges Team	string	*ID-Ref. Team*		Foreign Key
	Entscheidungsträger	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
	Berater	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
	Wird informiert	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
Terminkoordination	Starttermin	date			
	Endtermin	date			
	Errechnete Dauer	integer			
Ressourcen	Soll-Arbeitsaufwand	number			
	Bisheriger Arbeitsaufwand	number			
	max. Ressourcen-einsatz	number	*errechnet aus Personendo-kumenten der Teammitglieder*		
	aktueller Ressourceneinsatz	number			
Controlling	Ausführungsstatus	enum { in Vorbereitung, läuft, unterbrochen, abgeschlossen, freigegeben}			
	Plankosten	number	*Σ Plankosten Prozesse*		
	Ist-Kosten	number	*Σ Ist-Kosten Prozesse*		
	Fortschritts-kontrollbericht	string	*ID-Ref. Fortschrittskont rollberichjt*		Foreign Key
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.3-3: Entität Rahmenprozess

Prozess

Prozess (P)					
Attributkategorien	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung:	string		NOT NULL	
	Prozesstyp	enum { Primärprozess, Sekundärprozess}			
	Priorität	enum { niedrig, mittel, hoch}			
Strukturinformationen	Verknüpftes Arbeitspaket	string	*ID-Ref. AP*	NOT NULL	Foreign Key
	Übergeordneter Rahmenprozess	string	*ID-Ref. RP*	NOT NULL	Foreign Key
	Übergeordnete Phase	string	*ID-Ref. Ph*		Foreign Key
Zuständigkeit	Zuständiger Bearbeiter	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
	Entscheidungsträger	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
	Berater	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
	Wird informiert	string	*ID-Ref. Organ. Rolle*		Foreign Key
Terminkoordination	Starttermin	date			
	Endtermin	date			
	Errechnete Dauer	integer			
Ressourcen	Soll-Arbeitsaufwand	number			
	Bisheriger Arbeitsaufwand	number			
	max. Ressourcen-einsatz	number	*Wertebereich {1-100}*		
	aktueller Ressourceneinsatz	number	*Wertebereich {1-100}*		
Controlling	Ausführungsstatus	enum { in Vorbereitung, läuft, unterbrochen, abgeschlossen, freigegeben}			
	Plankosten	number	*Errchnet aus Plankosten der Prozesse*		
	Ist-Kosten	number	*Errchnet aus Ist-kosten der Prozesse*		
	Zugehöriges Vertragsdokument	string	*ID-Ref. Vertrag*		Foreign Key
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.3-4: Entität Prozess

Anordnungsbeziehung

Ablauflogische Verknüpfung				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Prozess	string	*ID-Ref. Prozess*	NOT NULL	Foreign Key
Prozess	string	*ID-Ref. Prozess*	NOT NULL	Foreign Key
Anordnungsregel	enum { Normalfolge, Endfolge, Anfangsfolge, Sprungfolge}			
Zeitabstand	number			

Tabelle 10.3-5: Entität Anordnungsbeziehung

Fortschrittskontrollbericht

Fortschrittsbericht FB)				
Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
ID	string		NOT NULL	Primary Key
Bezeichnung	date			
Nummer	number			
Datum	rich-test			
Zugehöriger Prozess	string	*ID-Ref. P*	NOT NULL	Foreign Key
Zuständiger Bearbeiter	string	*ID-Ref. Person berechnet aus Prozessdokument*		Foreign Key
Aktueller Fertigstellungsgrad	string			
Aktueller Arbeitseinsatz	string			
Notwendiger zukünftiger Arbeitseinsatz	string			
Einschätzung	enum { Gut im Zeitplan, Verzögerungen möglich, Terminprobleme}			
Geschätzter Endtermin	date			

Tabelle 10.3-6: Entität Fortschrittskontrollbericht

10.4 Informationsflussmodell

	Inhaltsobjekt (IO)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Informationsinhalt	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Informationstyp	enum { Informationsgrundlage, Hilfsinformation, Ergebnis, zur weiteren Bearbeitung}			
	Beschreibung	rich-text			
	Dateianhang				
Entstehungskontext	Zugehörige Projektphase	string	*ID-Ref. Ph*		Foreign Key
	Zugehörige Aufgabe	string	*ID-Ref. OPP*	NOT NULL	Foreign Key
	Bearbeitungshinweis	rich-text			
	Bemerkung	rich-text			
Klassifikation	Nachhaltigkeitsaspekt	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Objektfunktion	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Elementtyp	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Bauelement	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Funktionsbereich	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Raum	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Projektfunktion	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Lebenszyklusphase	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
	Systemgröße	string	*Referenz auf Bez*		Foreign Key
Koordination	Vaterdokument	string	*ID-Ref. IhO*		Foreign Key
	Autor	string	*ID-Ref. P*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	date			
	Bearbeiter	string	*ID-Ref. P*		Foreign Key
	Änderungsdatum	date			
	Archivator	string	*ID-Ref. P*		Foreign Key
	Priorität	enum { niedrig, mittel, hoch}			
	Verknüpfte Inhaltsobjekte	list of strings	*ID-Ref. IO*		Foreign Key
	Workflowstatus	enum {aktiv, kein Workflow aktiv}			
	Archivierungs-status	enum {archiviert, nicht archiviert}			
	Größe / Anzahl der Dateianhänge	string			
	Verwandete Dateiformate	string			
	Bearbeitungsstatus	enum {Arbeitsversion, Verwertbares Zwischen-ergebnis, fertiggestellt			
Qualitätssicherung	Zugelassene Dateiformate	string			
	Werkzeuge	string	*ID-Ref. W+M*		Foreign Key
Verwaltung	Logbucheintrag	string	,		
	ergänzbar um typbezogene Metainformationen....				

Tabelle 10.4-1: Entität Inhaltsobjekt

10.5 Strukturobjekte

Objektfunktion

	Objektfunktion (OF)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nummer	enum { Objektplanung, Projekt-management}			
	Beschreibung	rich-text			
Strukturinformationen	Übergeordnete Funktion	string	*ID-Ref. ET*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Beschreibung	string			
	Funktionstyp	enum { Input-Output-Transformation, Input-Zustands-Transformation, Zustands-Output-Transformation}			
	Mathemat. Beschreibung der Funktion	string			
	Transformierte Systemgrößen	List of strings	*ID-Ref. SG*		Foreign Key
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-1: Entität Objektfunktion

Elementtyp

	Elementtyp (ET)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nummer	number			
	Beschreibung	rich-text			
Strukturinformationen	Zugehörige Hauptklasse	string	*ID-Ref. ET*		Foreign Key
	Übergeordneter Elementtyp	string	*ID-Ref. ET*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Beschreibung	string			
	Elementfunktion	string	*Referenz auf Objektfunktion*		
	Zusatzmerkmal 1	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
	Zusatzausprägung 1	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
	Zusatzmerkmal 2	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
	Zusatzausprägung 2	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-2: Entität Elementtyp

Bauelement

	Bauelement (BE)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nummer	number			
	Beschreibung	rich-text			
Struktur-informationen	Zugehörige Elementklasse	string	*ID-Ref. ET*		Foreign Key
	Übergeordnetes Element	string	*ID-Ref. BE*		Foreign Key
	Zugehöriger Raum	string	*ID-Ref. R*		Foreign Key
Schnittstelle Legoe-Gebäudemodell	Elementbezeichnung	string	*ODBC-Referenz auf PELE/PELE_LANG*		Foreign Key
	Element-ID	string	*ODBC-Referenz auf PELE/PELE_ID*		Foreign Key
	Maßeinheit	string	*ODBC-Referenz auf PELE/PELE_ME*		Foreign Key
	Menge	string	*ODBC-Referenz auf PELE/PELE_MENGE*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Bauteilfunktion	string	*Referenz auf Objektfunktion*		Foreign Key
	Zugehörige Leistungspositionen	string			
	Kosten pro Mengeneinheit	number			
	Hersteller	string			
	Herstellerbezeichnung	string			
	Kosten pro Bauteil	number			
	Ergänzende Informationen	attached file			
	Zusatzmerkmal 1	string	*Für jede Instanz fakultativ*		
	Zusatzausprägung 1	string	*fakultativ*		
	Zusatzmerkmal 2	string	*fakultativ*		
	Zusatzausprägung 2	string	*fakultativ*		
Koordination	Zugehörige Prozesse	*List of strings*	*ID-Ref. Prozess*		Foreign Key
	Prozessbezogener Constraint	string			
	Constraint-Typ	enum {konkurrierend, ausschließend, begünstigend}			
	Startdatum	date			
	Enddatum	date			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-3: Entität Bauelement

5.4 Funktionsbereich

Funktionsbereich (FB)					
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Funktionsbereich-Klasse	enum { Objektplanung, Projekt-management}			
Strukturinformationen	Übergeordnete Nutzungsfunktion	string	*ID-Ref. NF*		Foreign Key
	Übergeordneter Funktionsbereich	string	*ID-Ref. FB*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Beschreibung	string			
	Zusatzmerkmal 1	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
	Zusatzausprägung 1	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
	Zusatzmerkmal 2	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
	Zusatzausprägung 2	string	*Für jede Instanz fakultativ zu spezifizieren*		
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-4: Entität Funktionsbereich

5.5 Raum

Raum (R)					
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Raumnummer	number		NOT NULL	
	Beschreibung	rich-text			
Strukturinformationen	Zugehöriger Raumtyp	string	*ID-Ref. FB*		Foreign Key
	Übergeordneter Raum	string	*ID-Ref. R*		Foreign Key
	benachbarte Räume	List of strings	*ID-Ref. R*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Raumgröße	number			
	Breite	number			
	Tiefe	number			
	Höhe	number			
	Geschoss	number			
	Belegung	string			
	Aktuelle Nutzung	number			
	Ergänzende Informationen	Attached file			
	Zusatzmerkmal 1	string	*Für jede Instanz fakultativ*		
	Zusatzausprägung 1	string	*fakultativ*		
	Zusatzmerkmal 2	string	*fakultativ*		
	Zusatzausprägung 2	string	*fakultativ*		
Koordination	Zugehörige Prozesse	*List of strings*	*ID-Ref. P*		Foreign Key
	Prozess-Constraint	string			
	Constraint-Typ	enum {konkurrierend, ausschließend, begünstigend}			
	Startdatum	date			
	Enddatum	date			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung inÜberarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-5: Entität Raum

5.6 Nutzungsfunktion

	Nutzungsfunktion (NF)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nutzungsklasse	string			
	Beschreibung	rich-text			
Strukturinformationen	Übergeordnete Nutzungsfunktion	string	*ID-Ref. NF*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Beschreibung	string			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-6: Entität Nutzungsfunktion

5.7 Systemgröße

	Systemgröße (SG)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nummer	number			
	Beschreibung	rich-text			
Strukturinformationen	Übergeordnete Grundgröße	string	*ID-Ref. SG*		Foreign Key
	Übergeordneter Systemgröße	string	*ID-Ref. SG*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Beschreibung	string			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-7: Entität Systemgröße

5.8 Lebenszyklusphase

	Lebenszyklusphase (LZP)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nummer	number			
	Beschreibung	rich-text			
Strukturinformationen	Nachfolgende Phase	string	*ID-Ref. LZP*		Foreign Key
Objekteigenschaften	Beschreibung	string			
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person,*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-8: Entität Lebenszyklusphase

5.9 Projektfunktion

	Projektfunktion (PF)				
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nummer	number			
	Beschreibung	rich-text			
Struktur-informationen	Übergeordnetes Teilmodell	string			
	Übergeordnete Projektfunktion	string	*ID-Ref. PF*		Foreign Key
Koordination	Zugehörige Personen	List of strings	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-9: Entität Projektfunktion

5.10 Projektelementtyp

Projektelementtyp (PET)					
Attributkategorie	Attribute	Datentyp	Hinweis	NULL-Werte	Key
Allgemeine Angaben	ID	string		NOT NULL	Primary Key
	Bezeichnung	string		NOT NULL	
	Nummer	number			
	Beschreibung	rich-text			
Struktur-informationen	zugehöriges Teilmodell	string			
Koordination	Zugehörige Personen	List of strings	*ID-Ref. Person*		Foreign Key
Verwaltung	Autor	*authors*	*Ref. Person*		Foreign Key
	Erstellungsdatum	*date*			
	Änderungsdatum	*date*			
	Freigabestatus	enum {Vorschlag in Bearbeitung in Überarbeitung freigegeben}			

Tabelle 10.5-10: Entität Projektelementtyp

Dieses Buch beschreibt die Konzeption und die Umsetzung eines auf systemischen Ansätzen basierenden Projektmodells für Unikatentwicklungen im Baubereich. Die Verschmelzung von Projektmanagement und Objektplanung zu einer ganzheitlichen Kooperationsmethodik ist dabei ein wesentlicher Lösungsansatz.
Als Grundlage der thematischen Synchronisation wird zudem ein sogenanntes Objektstrukturmodell vorgestellt, welches zur thematischen Klassifizierung der Objekt- und Projektmanagementdaten dient.
Durch die Umsetzung der erarbeiteten Konzepte und Methoden als prototypische internetbasierte Projektumgebung werden die Möglichkeiten und Potentiale aufgezeigt, welche durch eine Kopplung von ganzheitlichen Methoden und modernen Informationstechnologien entstehen.

ISBN 3-86644-006-5

www.uvka.de