
Teamorientierte Bauplanung

Die Vernetzung von Kompetenzdomänen in virtuellen Projekträumen

Uwe Forgber (Kontakt: uwe@forgber.de)

Genehmigte Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Ingenieurwissenschaften an der Fakultät für
Architektur der Universität Karlsruhe (TH)

Hauptreferent: Prof. Dr. ès.sc.techn. N. Kohler

Korreferent: Privat Dozent Dr.-Ing. habil. F. Schmidt

20. Oktober 1999

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis V

Tabellenverzeichnis VII

1.0 Einleitung 1

1.1 Aufbau der Arbeit 3

2.0 Ausgangslage 5

2.1 Produktion 5

2.1.1 Scientific Management 6

2.1.2 Massenproduktion von Gebäuden 8

2.1.3 Gebäudebaukästen 9

2.1.4 Massenhaft gefertigte Unikate 11

2.2 Daten, Information, Wissen: Grundlagen des Denkens 13

2.2.1 Reduktives Denken 14

2.2.2 Ganzheitliches Denken 16

2.2.3 Implizites / explizites Wissen 19

2.2.4 Komplexität 22

2.3 Charakteristika der Bauplanung 26

2.3.1 Multidisziplinäre Projektteams 27

2.3.2 Soziale Faktoren der Zusammenarbeit 30

2.3.3 Teammoderation 38

2.4 Zusammenfassung 42

3.0 Teamorientierte Bauplanung 43

3.1 Assoziation, Intuition, Entwerfen 43

3.1.1 Iterationsschritte 46

3.1.2 Faktor Persönlichkeit 48

3.1.3 Rahmenbedingungen 50

3.2 Planungsmethoden 51

3.2.1 Integrale Planung 55

3.2.2 Wertanalyse 65

3.3 Der Vernetzungsansatz INTESOL 70

3.3.1 Stand der Forschung 72

3.3.2 Zielsetzung Kooperationsmodell 74

3.3.3 Strukturstiftende Elemente 80

3.4 Zusammenfassung 88

4.0 Vernetzte Kompetenzdomänen 89

- 4.1 Definition von Kompetenzdomänen 89
- 4.2 Grundlagen der Vernetzung 94
 - 4.2.1 Organisatorisch: Die virtuelle Organisation 96
 - 4.2.2 Technologisch: Computerbasierte Kooperation 105
 - 4.2.3 Der virtuelle Projektraum 110
- 4.3 Externe Kompetenzdomänen 120
 - 4.3.1 Strukturelle Entwicklung von Softwarewerkzeugen 122
 - 4.3.2 Zielsetzung Werkzeugstruktur 127
 - 4.3.3 Prototypische Implementierung 131
- 4.4 Zusammenfassung 139

5.0 Zusammenfassung 141

- 5.1 Ausblick 142

Literatur / WWW Referenzen 143

Autorenverzeichnis 157

Stichwortverzeichnis 159

Abbildungsverzeichnis

Einleitung

- 1 Klassischer vs. ganzheitlicher Wissenschaftsansatz 3

Ausgangslage

- 2 Modell tayloristischer Arbeitsorganisation 7
- 3 Stahlbausystem MIDI von Prof. Fritz Haller 10
- 4 Ergänzung des Zwecks durch das Mittel in Anlehnung an Ortmann 12
- 5 Grundlagen der Bauproduktion 13
- 6 Daten, Information, Wissen 18
- 7 Der Aktualitätsverfall von Wissen 21
- 8 Beispiel triviales- und nicht triviales System 23
- 9 Regelkreis-Modell 25
- 10 Die Auflösung des Ganzen 29
- 11 Verschiedene Stufen der Gruppenarbeit 30
- 12 Eingrenzung der Teamgröße nach Hofstätter 33
- 13 Methoden, Teamarbeit und Management nach Wiegand 34
- 14 Bedürfnispyramide nach Maslow 35
- 15 Kommunikationsstrukturen bei fünf Personen 40

Teamorientierte Bauplanung

- 16 Crystal Palace von Joseph Paxton 44
- 17 Radhaus Hilversum von Willem Marinus Dudok 45
- 18 Iterativer Planungsprozeß 47
- 19 Oper Sydney von Jorn Utzon 50
- 20 Sequentielle Phaseneinteilung nach HOIA 52
- 21 Einflußmöglichkeit auf die Kosten 53
- 22 Lösungsfindungsprozeß in Anlehnung an Ortmann 53
- 23 Bearbeitungstiefe und planerische Freiheit 54
- 24 Vertikale und horizontale Integration 58
- 25 Beispiel Flächenbaum nach SIA 62
- 26 Raum-Beziehungsstruktur 63
- 27 Dokumentationsinstrument Raumbuch 64
- 28 Phasenanteil der Kosten 65
- 29 Trennung Objekt- und Wertsystem in Anlehnung an Wiegand 67
- 30 Entwicklung der Kommunikation nach Kurzweil 72
- 31 Sichtenbasierte Projektstruktur 77

-
- 32 Überwindung der Raum- Zeitbegrenzung 80
 - 33 Abgrenzung Kontextbereiche / Planungsraum 82
 - 34 Organisationsstrategien 84
 - 35 Vernetzung von Kontextbereichen 85
 - 36 Element Projektmoderation 86
 - 37 Struktur Kooperationsmodell [Müller 1999] 87

Vernetzte Kompetenzdomänen

- 38 Entstehung einer Kompetenzdomäne durch Überlagerung 93
- 39 Grundformen virtueller Organisationsstrukturen 97
- 40 Intraorganisationale Struktur 98
- 41 Interorganisationale Struktur 99
- 42 Grundlagen virtueller Techniken 101
- 43 Grundelemente von Groupware 107
- 44 Klassifizierung der Zusammenarbeit nach Zeit und Ort 108
- 45 Groupware zwischen Operationalität und Interaktion 109
- 46 Fokus interorganisationale Struktur 111
- 47 Top Down vs. Bottom Up 112
- 48 Projektnavigator 114
- 49 Kontextspezifische Arbeitsumgebung (KAU) 115
- 50 Funktionselement Teamkommunikation 116
- 51 Funktionselement Ziele Aufgaben 117
- 52 Funktionselement Informationscontainer 118
- 53 Funktionselement Wechselwirkung 119
- 54 Interorganisationale Struktur, externe Ressourcen 121
- 55 Softwarewerkzeuge Generation I 123
- 56 Simulation 125
- 57 Funktionselement Werkzeuge 128
- 58 Ansicht Projektblatt 132
- 59 Skizze Werkzeugaufbau 133
- 60 Informationsforum Energie 134
- 61 Informationslandkarte Trainer Energie 135
- 62 Traineransicht Topographie 137

Tabellenverzeichnis

Einleitung

- 1 Lösungsansatz Strategiebausteine 2

Ausgangslage

- 2 Verhaltensweisen bei verschiedenen Denkansätzen 15
- 3 Ursprung von Systemen 22
- 4 Einfache und komplexe Problemsituationen 25
- 5 Vergleich Gruppe und Team 32
- 6 Vergleich möglicher Verhaltensweisen im Team 37
- 7 Management als Gestaltung und Lenkung in Anlehnung an Malik 39

Teamorientierte Bauplanung

- 8 Individualisierung in Gesellschaft, Planung und Produktion 45
- 9 Aufbau eines Pflichtenheftes 59
- 10 Das Pflichtenheft im Planungs- und Baufortschritt 61
- 11 Die Wertanalyse untergliedert in Elemente und Teilelemente 66
- 12 Sachziel vs. Formalziel 68
- 13 Anwendung des Wertanalyse-Arbeitsplanes 69
- 14 Elemente Kooperationsmodell 80

Vernetzte Kompetenzdomänen

- 15 Gegenübestellung interner- und externer Ressourcen 92
- 16 Intraorganisationale vs. interorganisationale Struktur 100
- 17 Projektabwicklung in inter- und intraorganisationalen Strukturen 104
- 18 Expertise vs. Problemverständnis 105
- 19 Lernzielbereiche 136

1 Einleitung

Die gewöhnliche Form des Wissens ist die ohne Bewußtsein. Bewußtheit ist Wissen um ein Wissen.

Friedrich Nietzsche

Bei der Bearbeitung komplexer Problemfelder bestimmt der Grad der Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure den Erfolg des Vorhabens. Dabei ist der zur Verfügung stehende Lösungsraum und mit ihm die Nachhaltigkeit der zu treffenden Entscheidungen gerade in den Anfangsphasen der Zusammenarbeit am größten. Planungsaufgaben im Bauwesen zeigen damit deutlich die Notwendigkeit einer konsequenten Vernetzung des gesamten Planungsteams, um einen Lösungsansatz zu ermöglichen, welcher die Vielzahl an Teilaspekten der Planung entsprechend ihrer Abhängigkeiten berücksichtigt. Die kontinuierlich wachsende Zahl der zur Verfügung stehenden Materialien, Konstruktionstechniken und rechtlichen Bestimmungen unterstreicht diese Notwendigkeit.

Die üblichen Ansätze für einen veränderten Umgang mit komplexen Planungsaufgaben haben das einseitige Ziel, die Effizienz der eingesetzten Ressourcen zu erhöhen. Die Steigerung der Effektivität, also eine Erhöhung der Qualität des Planungsproduktes mit Bezug auf den gesamten Lebenszyklus, spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Hierfür gibt es zwei Hauptgründe:

- Die Steigerung der Effizienz in der Planung ist direkt monetarisierbar, im Vergleich zur Effektivität, welche oft zunächst zusätzliche Kosten verursacht und erst in späteren Phasen des Gebäudelebenszyklus zu einem Mehrwert führt.
- Die Erhöhung der Effektivität erfordert ein aktives Umdenken bezüglich Vorgehensweise und Zusammenarbeit der an einem Planungsprojekt beteiligten Akteure.

Allgemein kann festgestellt werden, daß die Vorgehensweise bei der Zusammenarbeit im Planungsteam von Restriktionen wie z.B. den rechtlichen Grundlagen, der Honorarordnung der Planer [HOAI 1996], aber auch von der Definition von Anforderungen an das Planungsergebnis maßgeblich beeinflusst wird. Die Steigerung von Effizienz und Effektivität erfordert daher auch eine entsprechend veränderte Definition dieser Restriktionen.

Ein weiterer Faktor im Umgang mit komplexen Problemfeldern stellt sich durch die mehr und mehr zur Verfügung stehenden Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) wie Informationsdatenbanken, e-mail, EDM-

Systemen, oder Groupwaresystemen auf der Basis von Intra- und Extranetzen dar. Diese neuen Technologien ermöglichen wiederum die Definition veränderter Methoden der Zusammenarbeit. Die Zusammenarbeit von Planungsbeteiligten mit einem traditionellen Fokus auf Teilergebnisse (Meilensteine) wird somit zunehmend durch Möglichkeiten der inhaltlichen Zusammenarbeit im laufenden Planungsprozeß erweitert.

An diesem Punkt setzt die vorliegende Arbeit an. Die Vernetzung aller an einem Planungsprojekt beteiligten Akteure erfordert zum einen die Definition adäquater Methoden und Restriktionen, zum anderen die Schaffung geeigneter Arbeitsumgebungen. Die Arbeit stellt zunächst die Grundkonditionen des Planen und Bauens in der Produktion, der Art des Denkens der beteiligten Akteure, sowie den üblichen Formen der Zusammenarbeit im Team dar. Darauf aufbauend werden drei Strategiebausteine zur Vernetzung heterogener Planungsteams vorgestellt. Die Wechselbeziehungen zwischen den technologischen Entwicklungen und den ihnen entsprechenden Methoden der Zusammenarbeit stehen dabei an zentraler Stelle. Sie stellen die Grundlagen bei der Entwicklung eines bauplanungsspezifischen Kooperationsmodells dar (Kapitel 3.3 "Der Vernetzungsansatz INTESOL," Seite 70).

Tabelle 1

Lösungsansatz Strategiebausteine

Aspekt	Definition von Kompetenzdomänen	Vernetzung von Kompetenzdomänen (intern)	Vernetzung von Kompetenzdomänen (extern)
Zielsetzung	Teamarbeit auf der Basis von Zielen und Anforderungen.	Teamübergreifende Kooperation.	Integration externer Ressourcen in die Projektarbeit.
Erforderliche Grundlagen	Definition kontextspezifischer Sichten (Kontextbereich).	Definition der Wechselbeziehungen zwischen den Sichten (Wechselwirkung).	Definition einer projektspezifischen, interorganisationalen Arbeitsumgebung (virtueller Projektraum).
Maßnahmen zur Umsetzung	Zusammenfassung der Akteure mit verwandten Sichten.	Prozeßbegleitende Teammoderation.	Anwendung einer IuK-basierten und projektspezifischen Arbeitsumgebung.

Die mit den Strategiebausteinen vorgeschlagene Handlungsweise ist nicht ausschließlich durch die Unterstützung der Planungsarbeit mit technischen Systemen umsetzbar. Vielmehr ist eine veränderte Denk- und Handlungsweise der beteiligten Akteure erforderlich, um dieses Potential zu nutzen.

Insbesondere die Vernetzung mit im heutigen Sinne externen planerischen Ressourcen (Bereitstellung von aufbereitetem explizitem Wissen, kurzfristige und zeitlich stark begrenzte Integration von Spezialisten in das Planungsteam) wird zum einen durch die technischen Entwicklungen im Bereich IuK erst ermöglicht, zum anderen erfordert ihre erfolgreiche Umset-

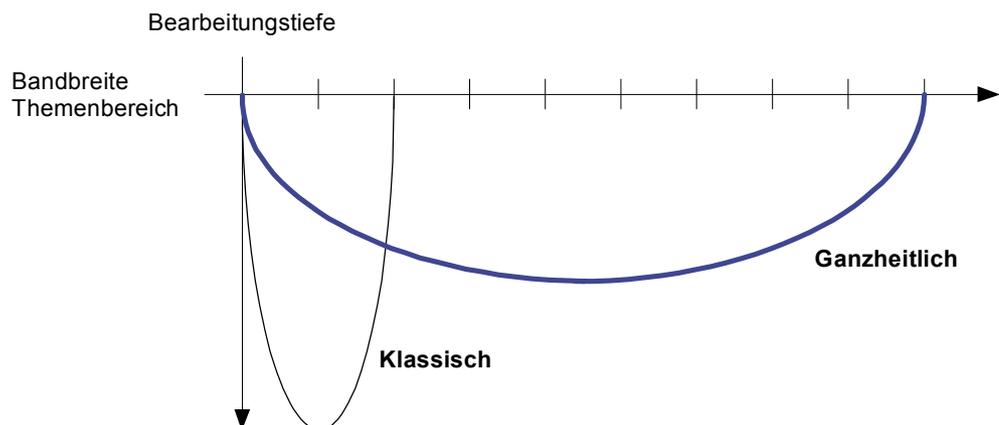
zung das aktive Ergreifen dieser Möglichkeiten durch die Planungsbeteiligten. Im Rahmen dieser Arbeit werden Strukturen einer prototypischen Arbeitsumgebung vorgestellt und erläutert, welche auf den genannten Strategiebausteinen basieren.

1.1 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit basiert auf einem empirischen Ansatz. Ausgehend von allgemein üblichen Vorgehensweisen und den dabei zugrundeliegenden Modellen in der Unikatproduktion führt die Analyse der sich ändernden informations- und kommunikationstechnologischen Rahmenbedingungen zur Definition eines entsprechend erweiterten Vorgehensmodells. Die Vorgehensweise bei der Bearbeitung des Themas basiert auf einer ganzheitlichen Betrachtungsweise der Problematik. Daher ist es erforderlich, im Gegensatz zur traditionellen wissenschaftlichen Vorgehensweise, bei welcher die Durchdringung eines stark eingegrenzten Themenbereiches in großer Tiefe im Vordergrund steht, verschiedene miteinander in Beziehung stehende Themenbereiche zu betrachten.

Abbildung 1

Klassischer vs. ganzheitlicher Wissenschaftsansatz



Die Diskussion um die Vernetzung von Kompetenzdomänen beginnt in Kapitel 2 mit der Darstellung der Motivation, dieses Thema zu untersuchen. Ausgehend von den Grundlagen der Unikatproduktion und des Denkens werden die Grundlagen des Managements multidisziplinärer Projektteams auf der Basis verschiedener bauspezifischer Vorgehensweisen in Kapitel 3 vorgestellt. Entscheidende soziale Faktoren als Grundlage der Zusammenarbeit werden dargestellt. Eine Zusammenfassung der wichtigsten, auf diesem Gebiet durchgeführten Forschungsvorhaben in Kapitel 3.3.1 dient der Darstellung des allgemeinen Standes der Forschung, sowie der Erläuterung der Relevanz dieser Arbeit. Darauf aufbauend werden Grundstrukturen eines bauplanungsspezifischen Kooperationsmodells vorgestellt. Nachdem die notwendigen Rahmenbedingungen behandelt sind, wird in Kapitel 4 explizit auf das Konzept der Vernetzung von Kompetenzdomänen eingegangen. Anhand von Beispielen wird das Potential der Integration externer planerischer Ressourcen in den Planungsablauf erläutert. Auf der Grundlage

der prototypischen Implementierung einer internetbasierten Telekooperationsplattform und deren Einsatz in verschiedenen Praxisprojekten werden weiterreichende Perspektiven dieses Ansatzes aufgezeigt. Mit der Darstellung der softwaretechnischen Struktur eines generischen Werkzeuges zur Vermittlung expliziten Wissens wird abschließend das Potential der direkten Anbindung internetbasierter Anwendungen und Ressourcen erläutert. In Kapitel 5 wird der wissenschaftliche Beitrag dieser Arbeit zusammenfassend dargestellt.

2 Ausgangslage

Ist die Definition von Methoden und Strukturen als Grundlage der Implementierung *IuK* basierter Kooperationsumgebungen zur Unikatproduktion im Bauwesen erforderlich? Gibt es zur Vorgehensweise Beispiele, welche das Potential neuer Informationstechnologien berücksichtigen und konsequent darauf aufbauen? Gibt es dabei einen grundlegenden wissenschaftlichen Ansatz, welcher die Anwendung der Ergebnisse bei der Unikatproduktion beim Planen und Bauen, aber auch außerhalb dieser eingegrenzten Domäne ermöglichen könnte? Dieses Kapitel skizziert durch die Behandlung der gestellten Fragen die Motivation zu dieser Arbeit. Dabei soll auf der Grundlage einer kurzen Zusammenfassung auf die Entwicklung der Produktion, auf typische Strukturen des Denkens und die prägenden Charakteristika der Vorgehensweise im Planen und Bauen eingegangen werden, um daraus im weiteren Verlauf der Arbeit wichtige Anforderungen an einen Vernetzungsansatz zur strukturellen Unterstützung von Bauplanungsprozessen ableiten zu können.

2.1 Produktion

Das Verständnis von Produktionsabläufen und den damit verbundenen Möglichkeiten der Effizienz- und Effektivitätssteigerung beeinflussen die Vorgehensweise beim Planen und Bauen. Die gegenwärtigen technologischen Entwicklungen erlauben dabei die Entwicklung immer komplexerer Werkstoffe und Elemente auf der Basis individueller Bedürfnisse, was im Zusammenspiel mit den im gleichen Maße steigenden Erwartungen an ein individuelles Produktionsergebnis zu einem Paradigmenwechsel im Verständnis der Produktionsabläufe führt [Albrecht 1998, Zollhof 1998, Tarandi 1998, Turk 1998, May 1999]. Bis zu Beginn der industriellen Revolution war die Produktion von Gütern ein ausschließlich individueller Vorgang, bezogen auf einen spezifischen Bedarf. Technische Hilfsmittel zur Serienproduktion waren nahezu unbekannt. Komplexe Produkte wie z.B. Schiffe und Häuser waren nicht nur im Ergebnis Unikate, sondern setzten sich vielmehr auch aus solchen zusammen. Mit Beginn der Industrialisierung wurde allerdings zunehmend die standardisierte Herstellung von Produkten möglich, was zunächst zur serienmäßigen Herstellung einfacher Komponenten wie z.B. Ziegelsteinen, Stecknadeln, Gewehrkugeln etc. führte. Adam Smith (1723-1790) beschreibt 1776 den Arbeitsprozeß in einer Stecknadelmanufaktur [Smith 1905]: *“So ist das wichtigste Geschäft der Stecknadelherstellung in ungefähr 18 Verrichtungen geteilt, die in manchen Fabriken alle von verschiedenen Händen vollbracht werden, während in anderen ein einziger Mensch zwei oder drei derselben auf sich nimmt. Ich habe eine kleine Fabrik dieser Art gesehen, in der nur zehn Menschen beschäftigt waren und*

manche daher zwei oder drei Verrichtungen zu erfüllen hatten. Jene zehn Personen konnten mithin zusammen täglich über acht und vierzig Tausend Nadeln machen, als Verfertiger von vier Tausend acht Hundert Nadeln an einem Tag angesehen werden. Hätten sie jedoch alle einzeln und unabhängig voneinander gearbeitet und wäre keiner für sein besonderes Geschäft angelernt worden, so hätte gewiß keiner zwanzig, vielleicht nicht eine Nadel täglich machen können, d.h. vielleicht nicht den viertausend achthundertsten Teil von dem, was sie jetzt infolge einer geeigneten Teilung und Verbindung ihrer verschiedenen Verrichtungen zu leisten imstande sind. In jeder anderen Kunst und jedem anderen Gewerbe sind die Wirkungen der Arbeitsteilung denen, welche dieses so wenig belangreiche Gewerbe darbietet, ähnlich, obgleich in vielen derselben die Arbeit weder in so viele Unterabteilungen zerlegt noch auf eine so große Einfachheit in der Verrichtung zurückgeführt werden kann. Doch bringt die Arbeitsteilung, soweit sie sich einführen läßt, in jedem Gewerbe eine verhältnismäßige Vermehrung der Produktivität der Arbeit zuwege. Die Trennung der verschiedenen Gewerbe und Beschäftigungen scheint infolge dieses Vorteils entstanden zu sein."

2.1.1 Scientific Management

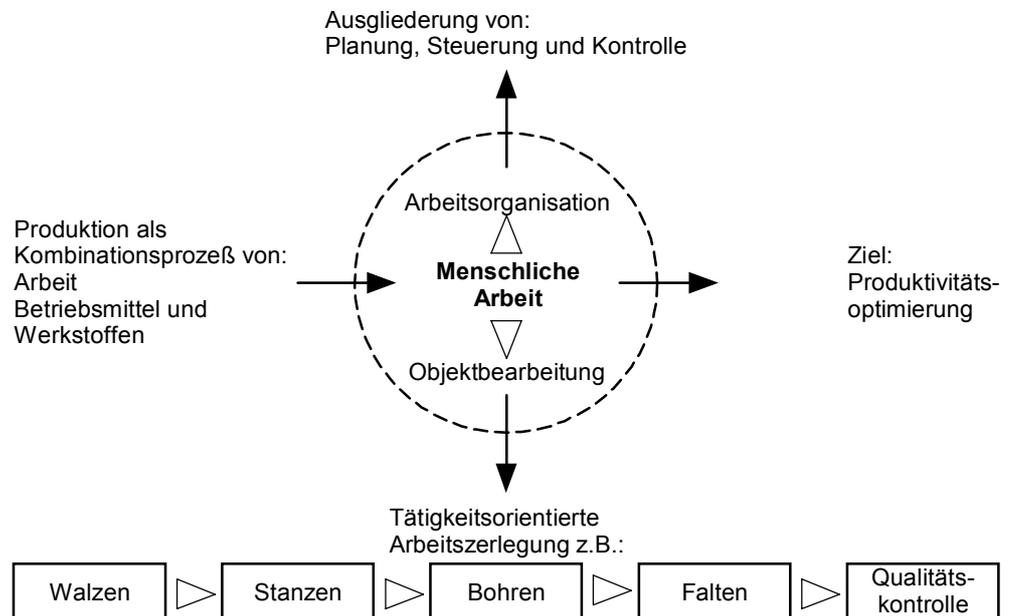
Die Grundlagen für die Definition von Abhängigkeiten verschiedener Produktionsschritte untereinander und den davon abgeleiteten Managementprinzipien wurden von Frederik W. Taylor (1856-1915) geschaffen. Sein Werk *Prinziples of Scientific Mangement* ist geprägt von einem rationellen Einsatz von Mensch und Maschinen im Produktionsprozeß, adäquater Personalauswahl- und Anreizsystemen, sowie der konsequenten Trennung von ausführender und planender Tätigkeit [Reichwald 1993, Staehle 1989]. Nach Taylor bedeutet Scientific Management nicht nur ein systematisches Methoden- und Zeitstudium (Industrial Engineering), sondern darüber hinaus auch den Ausdruck eines starken Leistungs- und Effizienzdenkens. Taylor unterscheidet dabei 6 Managementprinzipien:

- Systematische Zeitstudien als Voraussetzung für eine
- Differenzierung der Akkordsätze
- Trennung der Planung von der Ausführung
- Wissenschaftliche Arbeitsmethoden
- Kontrolle durch das Management
- Funktionale Organisation

Die zunehmende Kombination serienmäßig produzierter Komponenten zu komplexen Produkten führte im weiteren geschichtlichen Verlauf zur massenhaften Herstellung komplexer Produkte in eigens dafür geschaffenen Produktionsstätten. Während sich Taylor noch primär mit der Rationalisie-

rung handwerklicher Arbeit befaßte (vergl. Abbildung 2), konzentrierte sich Henry Ford (1863-1947) auf die Rationalisierung des industriellen Fertigungsprozesses bei der Massenproduktion von Autos. Die Systematisie-

Abbildung 2 **Modell tayloristischer Arbeitsorganisation**



Die Systematisierung der einzelnen Produktionsabläufe mit dem Ziel, die Effizienz der eingesetzten Ressourcen zu steigern, stand dabei im Vordergrund. Folgender Ausspruch Fords macht dies deutlich: *"Das größte Übel und Hindernis, das es bei einem Arbeitszusammenschluß einer großen Anzahl von Menschen zu bekämpfen gilt, sind ein Übermaß an Organisation und die daraus resultierende Verzopfung. Für mein Gefühl gibt es keine gefährlichere Veranlagung als die des sogenannten "Organisationsgenies". Gewöhnlich führt sie zu der Erschaffung eines riesigen Schemas, daß nach Art der Familienstammbäume Verzweigung und Verästelung der Autorität bis in ihre letzten Glieder darstellt"* [Ford 1923]. Die Produktionsabläufe konnten seither immer effizienter gestaltet werden, was zu einem erheblichen Rückgang des Einsatzes menschlicher Arbeitskraft führte und gleichzeitig ermöglichte, beliebig komplexe Produkte in einem Umfang zu produzieren, welcher lediglich durch die Menge der zur Verfügung stehenden Ressourcen begrenzt ist. Die Abstimmung der Produktionsprozesse, sowie unterschiedliche Voraussetzungen zur *Massenproduktion*, führte zur Untergliederung der Produktion in verschiedene Systeme. Nach Drucker [Drucker 1961] gibt es drei grundlegende Systematiken der industriellen Produktion mit jeweils individueller Logik, Anspruch an das Management und den Markt:

- Massenproduktion
- Prozeßproduktion
- Unikatproduktion

Der Begriff Massenproduktion steht dabei für die Anfertigung der verschiedensten Produkte in großen Stückzahlen aus standardisierten Teilen. Bis heute ist dies in der produzierenden Industrie das meist angewandte System, da immer weitere Rationalisierungsmöglichkeiten die Effizienz der eingesetzten Faktoren Arbeit, Kapital und Ressourcen erhöhen. Die Massenproduktion tayloristischer Prägung dominiert so die wichtigsten Bereiche der industriellen Produktion von Gütern.

Bei der *Prozeßproduktion* verschmilzt das Produkt und der Produktionsprozeß zu einer Einheit, das Endprodukt ist klar vordefiniert. Diese Art der Produktion ist z.B. in vielen Bereichen der chemischen Industrie anzutreffen. Bei der Prozeßproduktion führen schon geringe Änderungen der Zieldefinitionen und eine dadurch erforderliche Umstrukturierung der Produktionszusätze zur grundlegenden Systemänderung der Fabrik.

Der Begriff *Unikatproduktion* birgt in sich bereits einen Widerspruch, da als Unikate bezeichnete Produkte wie z.B. Schiffe, Gebäude oder große Industrieanlagen weitgehend aus massenhaft vorgefertigten Einzelkomponenten bestehen. Genaugenommen verdienen also nur Exponate wie z.B. die eines Künstlers, die Bezeichnung Unikat, wobei diese aber nicht im industriellen Sinne produziert werden.

Liegt daher der Schwerpunkt bei der Massen- und Prozeßproduktion auf der Optimierung und Standardisierung des Endproduktes, so liegt er bei der Unikatproduktion auf dem Prozeß, welcher zur Erstellung des Produktes erforderlich ist. Nicht die optimierte Abstimmung verschiedener Komponenten und Handlungen als Grundlage der Massenfertigung eines Produktes steht hier im Vordergrund, sondern die opportunistische Handlungsweise aller beteiligten Akteure, entsprechend den über den Verlauf der Produktplanung und Produktion dynamisch wechselnden Anforderungen.

2.1.2 Massenproduktion von Gebäuden

Im Baubereich finden von diesen nach Drucker definierten Systematiken die Massenproduktion und die Unikatproduktion Anwendung. Dabei wurde in den vergangenen 100 Jahren wiederholt der Versuch unternommen, den gesamten Planungs- und Bauprozeß zu standardisieren, um zu einer in erster Linie kostengünstigeren, aber auch schnelleren Massenproduktion von Gebäudeeinheiten zu gelangen. Der Versuch, individuelle Benutzeranforderungen in einer spezifischen baulichen Umgebung mit standardisierten Endprodukten zu erfüllen, führte dabei zu einem unlösbaren Zielkonflikt. Gerade in Situationen, in welchen der ökonomische und zeitliche Druck entscheidend für die Wahl des Produktionsprinzips von Bauvolumen ist, entstehen häufig bauliche Strukturen, welche die sozialen Bedürfnisse ihrer Benutzer und einen entsprechend individuell entwickelten Städtebau nicht erfüllen. Dabei muß allerdings zwischen der konstruktiven Qualität und der Erfüllung funktionaler sowie emotionaler Anforderungen unterschieden werden. Während die konstruktive Qualität direkt an ökonomische Präferenzen

gekoppelt ist, zeigen sich bei der Erfüllung funktionaler- und emotionaler Anforderungen an das Gebäude rasch grundsätzliche Schwierigkeiten mit dem Prinzip der bereits erläuterten Massenproduktion. Während die Definition genereller Anforderungen an einzelne Bauteile, Gebäudeelemente oder Raumeinheiten möglich ist, ergeben sich mit größeren Einheiten wie Gebäudeabschnitten oder ganzen Gebäuden Probleme mit der Anpassung der Schnittstellen (Städtebau, Topographie, Mikroklima, Benutzeranforderungen).

Nur ein kleiner Sektor der Bauproduktion im Bereich Industrie- und Einfamilienhausbau konnte sich in der Vergangenheit mit Standardlösungen behaupten. Kulturelle Einflüsse sind hierfür genauso entscheidend wie ökonomische Gesichtspunkte. Besonders in den USA, wo ein großer homogener Markt besteht, haben bauliche Lösungen von der Stange einen weit höheren Anteil am Umsatz der Bauindustrie wie z.B. in Europa. Ein üblicherweise untergeordneter Anspruch an die Individualität der gestalterischen Lösung, aber auch eine explizite Nachfrage nach besonders wirtschaftlichen Lösungen, ist hierfür die Ursache.

Diese Tatsachen führen mehr und mehr zu der Erkenntnis, daß aufgrund der individuellen Situation eines jeden Bauvorhabens, ganz gleich ob es sich dabei um einen Flughafen, ein Einfamilienhaus oder einen Bürokomplex handelt, das Bauprodukt auch unabhängig vom Grad seiner Vorfertigung als Unikat zu bewerten ist. Vielversprechend ist daher der Ansatz, nicht das Ziel, also das fertige Gebäude als a priori definierbares Produkt zu verstehen und zu beschreiben, sondern vielmehr die einzelnen Bauteile- und Elemente sowie deren Abhängigkeiten untereinander auf der Grundlage individueller Anforderungen an das Produkt Gebäude (z.B. Investition, Nutzung, Betrieb, Ökologie etc.) in den Mittelpunkt der planerischen Aktivität zu stellen.

2.1.3 Gebäudebaukästen

Mit der Entwicklung sogenannter Gebäudebaukästen wurde dieser Ansatz in vielversprechender Weise verfolgt. Dabei führt die abgestimmte Kombination massenhaft gefertigter Komponenten unter individuellen, den Benutzeransprüchen und der baulichen Umgebung entsprechenden Gesichtspunkten im Endprodukt zu Unikaten. Ein herausragendes Beispiel für einen Gebäudebaukasten ist der Stahlbaukasten *MIDI* von Prof. Fritz Haller. Dieser Gebäudebaukasten wurde insbesondere für hochinstallierte, mehrgeschossige Bauaufgaben wie Bürogebäude, Schulen oder Laboratorien entwickelt, die einem hohen Nutzungswandel unterliegen. [Hovestadt 1998, Haller 1989, Haller 1974]. Durch die Standardisierung einzelner Komponenten und deren Schnittstellen entsteht die Möglichkeit der anforderungsorientierten Kombination dieser Komponenten. Der Lösungsraum des Planerteams wird dabei durch die Summe der Kombinationsmöglichkeiten aller unterschiedlichen Komponenten sowie deren Beschaffenheit in Bezug

auf Material, Form und Farbe definiert. Infolge dieser Strukturierung lassen sich einzelne Bauteile eindeutig identifizieren, aus ihrem Bauteilverband herauslösen und in anderen Konfigurationen wieder zusammenfügen. Die Architekturen von Gebäudebaukästen lassen sich so bei einem Nutzungswandel schnell an geänderte Anforderungen anpassen [Haller 1989].

Abbildung 3 **Stahlbausystem MIDI von Prof. Fritz Haller**



Die Idee des Gebäudebaukastens ist daher wichtiger Meilenstein bei der Definition einer neuen Systematik der Produktion, dem *massenhaft gefertigten Unikat*. Diese, im Sinne der begrifflichen Einführung zu Beginn des Kapitels zunächst widersprüchliche Bezeichnung, markiert den Anfang einer Entwicklung, welche auch begünstigt durch produktionstechnische Entwicklungen in den Bereichen *Computer Integrated Manufacturing (CIM)* und dem sogenannten *Rapid Prototyping* zu einer Neuorientierung in der Bauproduktion führen wird. Bei der Massenproduktion liegt, wie bereits erwähnt, die Optimierung des Endproduktes und darauf folgend seine massenhafte Fertigung im Fokus der Anstrengungen. Ähnliches gilt für die Unikatproduktion, allerdings mit dem Unterschied, daß hier nach dem Prozeß der Optimierung die nur einmalige Ausführung erfolgt. Der theoretische Qualitätsvorsprung des Massenproduktes gegenüber dem Unikat liegt daher in einem erhöhten Aufwand bei der Optimierung, welcher rein wirtschaftlich von den großen, nachher zu fertigenden Stückzahlen getragen wird. Das Unikat hingegen muß bei der Optimierung mit weit geringeren Ressourcen auskommen, da die Planungs- und Entwicklungskosten voll auf das individuelle Produkt angerechnet werden.

2.1.4 *Massenhaft gefertigte Unikate*

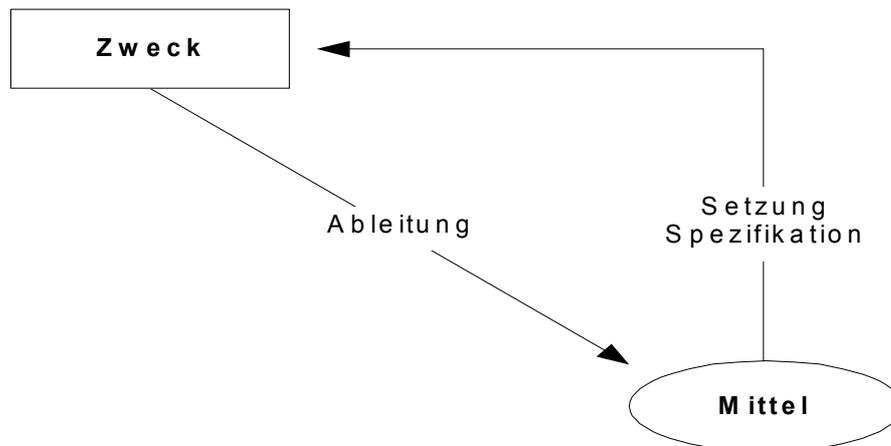
Der Begriff *massenhaft gefertigtes Unikat* basiert auf einem völlig neuen gedanklichen Ansatz, namentlich der Verbesserung des Abstimmungsprozesses in der Planung, mit dem Ziel, die Nachteile der Unikatproduktion im Bereich der Optimierung individueller Einheiten durch planerische Effizienz und Transparenz auszugleichen. Durch die Definition modellhafter Vorgehensweisen auf diesem Gebiet ist es möglich, den Widerspruch in der Bezeichnung der massenhaften Produktion von Unikaten aufzulösen (vergl. Kapitel 3.3 "Der Vernetzungsansatz INTESOL", Seite 70). Beim Planen und Bauen wird diese Entwicklung besonders mit den bereits erwähnten neuen Möglichkeiten der Fertigung im Bereich *CIM* (z.B. CAD-CAM Ketten), einer flexibleren Herstellung projektspezifischer Unikate durch *Rapid Prototyping* [Albrecht 1998, Zollhof 1998], und den darauf aufbauenden, neuen Management- und Planungsmethoden deutlich. Es ist zu beobachten, daß gerade die Unterstützung traditioneller Formen der Zusammenarbeit, übertragen auf computerbasierte Arbeitsumgebungen, schnell zu einer Notwendigkeit der Definition neuer Formen der Zusammenarbeit führt. Methoden, welche bisher nicht praktikabel waren, treten in den Vordergrund und verändern so die Rahmenbedingungen, bewährte Vorgehensweisen werden fragwürdig.

Die ursprünglichen Ziele, zu deren Erreichung die neuen Mittel eingesetzt werden, müssen oftmals neu spezifiziert werden. Ortmann spricht in diesem Zusammenhang von neuen Wünschen, welche gerade die Computertechnologie weckt [Ortmann 1995]. Die Technologie entpuppt sich in diesem Zusammenhang als konstitutives Moment, welches gelegenheitsabhängig, eine opportunistische aber durchaus nicht unvernünftige Modifikation des Zwecks ermöglicht (vergl. Abbildung 4).

Dies führt zu einem zu der bereits angesprochenen Systematisierung der Vorgehensweise und einer damit verbundenen Steigerung der *Effizienz*, zum anderen ergibt sich die Chance einer Verbesserung des Planungs- und damit des Produktionsergebnisses, also einer Steigerung der *Effektivität* des Ergebnisses. Hier entsteht nun der Bedarf, diese neuen Möglichkeiten zu erforschen, zu erkennen und, wo sinnvoll, umzusetzen. Bedauerlicherweise steht dabei häufig der Zweck im Vordergrund, mit Hilfe der neuen Technologien vornehmlich die Effizienz zu steigern, also mit weniger Ressourcen zu einem Ergebnis zu kommen, welches in qualitativer Hinsicht dem Vergleich mit bestehenden Beispielen standhält.

Die Möglichkeiten einer Verbesserung der Effektivität sind aufgrund der komplexen Verknüpfung entsprechender Maßnahmen mit verschiedenen Phasen des Projektes schwieriger zu erkennen. Hinzu kommt die mangelnde Beteiligung derjenigen Instanzen am Planungsprozeß, welche von einer Steigerung der Effektivität am meisten profitieren könnten. Zum Beispiel spielt in der klassischen Planungsarbeit die energetische Optimierung eines Gebäudes im Hinblick auf den Primärenergieverbrauch im späteren Betrieb nur eine untergeordnete Rolle, da sie vom Bauherrn viel zu selten

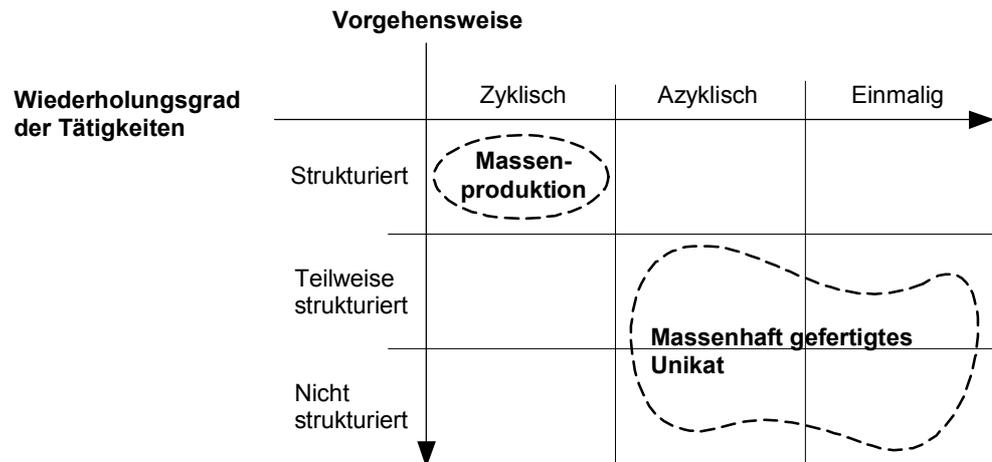
Abbildung 4 Ergänzung des Zwecks durch das Mittel in Anlehnung an Ortmann



gefordert wird und somit nicht als Zieldefinition auftaucht. Dies liegt zum einen daran, daß der Nutzen dieser Planungsmaßnahme einer Vielzahl von Beteiligten in sehr unterschiedlicher Gewichtung zugutekommt. Da Bauherr, Investor und Nutzer in der Regel nicht dieselbe Instanz sind, kann es z.B. für den Investor ohne Nachteile sein, aus Kostengründen auf einen Mehraufwand in der Planung zu verzichten, da dieser maximal einen marginalen Marketingvorteil beim Verkauf oder der Vermietung des Planungsobjektes darstellen würde, welcher die entstehenden Kosten nur schwer rechtfertigen kann. Zum anderen ist der Nutzer/Mieter typischerweise im Planungsfall noch nicht bekannt und kann daher seine Interessen bezüglich eines ressourcenarmen Betriebs nicht geltend machen. In gleicher Weise gilt dies auch für den emotionalen Komfort eines Gebäudes, welcher z.B. auf die Effizienz der darin arbeitenden Beschäftigten zweifellos einen Einfluß hat, in den Planungsphasen aber durch mangelnde Nutzerbeteiligung als Kriterium nicht oder nur sehr einseitig, vertreten durch den Architekten, auftritt [Building 1999].

Eine in diesem Sinne erforderliche ganzheitliche Betrachtungsweise der Planungs- und Produktionsabläufe erfordert daher einen Paradigmenwechsel bei der Zusammenarbeit der Akteure. Der Fokus aller Beteiligten im Planungs- und Produktionsprozeß darf sich daher nicht im tayloristischen Sinne ausschließlich auf die Optimierung der eigenen Tätigkeit richten, sondern sollte auch die intensive Abstimmung der eigenen Ziele und Tätigkeiten mit denen der Planungspartner umfassen. *"Auch die besten Teile sind nutzlos, wenn der Prozeß der Kombination aufgrund unterschiedlicher Anforderungen und fachlicher Erkenntnisse fehlschlägt"* [Drucker 1961]. Dieser Ansatz kann nicht nur ausgehend von einem hierarchischen Management erfolgen, sondern erfordert die Beteiligung aller. In diesem Sinne ist, unter Berücksichtigung der sich rasch verändernden technischen Möglichkeiten, die Analyse des Planungs- und Produktionsprozesses Grundlage der Definition entsprechender Unterstützungsmöglichkeiten.

Abbildung 5 Grundlagen der Bauproduktion



Die in Kapitel 3 und Kapitel 4 vorgestellten Strukturen computerbasierter Planungsumgebungen basieren in Bezug auf die Anforderungen an das Planungsergebnis und die Zusammensetzung der am Projekt beteiligten Teams auf dem Gedanken massenhaft produzierter Gebäudevolumina, unter individuellen Voraussetzungen. Der Begriff der massenhaften Produktion ist dabei bewusst gewählt, um die zunächst simple Anforderung an das Bauen, nämlich umbauten Raum zu schaffen, hervorzuheben. Der in diesem Zusammenhang geforderte Paradigmenwechsel bei der Zusammenarbeit der Akteure hat dabei primär die Steigerung der Effektivität des Planungsergebnisses im Auge. Gerade an die Rolle des Architekten als Gestalter des Gebäudes ergeben sich hierdurch neu definierte Anforderungen (vergl. Kapitel 3.1 "Assoziation, Intuition, Entwerfen", Seite 43).

2.2 Daten, Information, Wissen: Grundlagen des Denkens

“Aber die größte Not des Denkens besteht darin, daß heute soweit ich sehen kann, noch kein Denker spricht, der "groß" genug wäre, das Denken unmittelbar und in geprägter Gestalt vor seine Sache und damit auf seinen Weg zu bringen”

Martin Heidegger

Die Art des Umgangs mit Daten und Information, also das Wissen, welches unser Handeln bestimmt, ist von allgemeinen kulturgeschichtlichen Entwicklungen geprägt. Besonders bei der Lösung komplexer Probleme spielt die Schule des Denkens der beteiligten Akteure in Bezug auf ihre Möglichkeiten und Herangehensweise eine entscheidende Rolle. In diesem Kapitel soll zunächst auf die abendländische Entwicklung des Denkens eingegangen werden und daraus abgeleitet, adäquate Grundlagen eines vernetzten Handlungsansatzes vorgestellt werden.

2.2.1 *Reduktives Denken*

Es kann davon ausgegangen werden, daß die Entwicklung unserer Kultur von den modernen Naturwissenschaften und insbesondere von der Physik maßgeblich beeinflusst wurde. Bereits im 13. Jahrhundert stellte Roger Bacon (1214-1292) die Forderung auf, die Wissenschaft allein auf die Erfahrung und Beobachtung der Natur zu begründen. Die Beachtung von Instanzen und Autoritäten, welche nicht in dieser beobachtbaren und meßbaren Welt zu finden sind, wurde damit ausgeschlossen. Allerdings war diese Entzauberung der Welt nicht einfach, da es erfahrungsgemäß leicht ist, sich bei der Beobachtung der Natur zu täuschen. Die Wahrnehmung unserer Sinne alleine ist deshalb nicht ausreichend. Notwendig ist der menschliche Geist, der denkende Verstand, der die wahre Natur hinter dem sinnlich Wahrnehmbaren zu erkennen vermag [Ulrich 1995]. Johannes Keppler (1571-1630) und Galileo Galilei (1596-1642) erkannten die Bedeutung der Mathematik für die Gewinnung abstrakter, von der konkreten Erscheinungsform losgelöster Erkenntnisse. In diesem Zusammenhang stellt Galilei die berühmte Forderung auf, alles zu messen was meßbar ist und alles meßbar zu machen, was es noch nicht ist.

Die Konsequenz aus dieser Forderung ist der Ersatz der unmittelbaren Erfahrung aus der Natur durch das vom Menschen angeordnete Experiment, mit dem Ziel, dargestellte Zusammenhänge meßbar und wiederholbar zu machen. Das aus diesem Verhalten resultierende Weltbild wird am deutlichsten von Rene Descartes (1596-1650) beschrieben, indem er auf Gott als den großen Beweger verweist, welcher die Welt als großen Mechanismus in Bewegung gesetzt hat [Perler 1998]. Nach Descartes funktioniert dieser Mechanismus seit der Erschaffung der Erde und bedarf seither nicht mehr des Geistes. Demnach ist der Mensch mit seinem Verstand als einziges Wesen in der Lage, diesen Mechanismus zu erfassen, und so gehört die ganze Natur einschließlich aller Lebewesen außer dem Menschen zu dieser geistlosen Maschine. Aus dieser Anschauung resultiert die vollständige Trennung von menschlicher Geistes- und natürlicher Körperwelt. Diese Sicht bildet fortan auch die wissenschaftliche Rechtfertigung für die bedenkenlose Ausbeutung der in diesem Sinne geist- und seelenlosen Natur. Verschiedene kritische Auseinandersetzungen mit den Problemen unserer Zeit beschäftigen sich mit diesen Ursachen [Vester 1984, Weizsäcker 1997, Campbell 1997].

Dieses, in gewissem Sinne mechanistische Weltbild manifestiert sich auch in Isaac Newtons (1643-1727) Arbeit, in dem er mit seiner Physik, basierend auf den nach ihm benannten Bewegungssätzen, Himmel und Erde in einer einheitlichen Mechanik vereinigt. Bei der weiteren geschichtlichen Entwicklung der Wissenschaft steht nun die Suche nach der alles erklärenden Weltformel im Mittelpunkt, die Beobachtung und das Experiment werden zum Mittel, die Allgemeingültigkeit zu beweisen. Immer wieder glaubt man die endgültige Wahrheit gefunden zu haben und erklärt das Projekt Wissen-

schaft für abgeschlossen [Horgan 1999]. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zwar in vielen Fällen und immer wieder von Wissenschaftlern mit noch schärferer Logik und anderen Verfahren in der Beobachtung entkräftet oder als Irrtum entlarvt, doch wird dieser Sachverhalt letzten Endes als Fortschritt auf dem gradlinigen Weg der Erkenntnis gewertet.

Tabelle 2 **Verhaltensweisen bei verschiedenen Denkansätzen**

Aspekt	Mechanistischer Denkansatz	Dynamischer Denkansatz
Motivation	Die Suche nach der sachlich optimalen Lösung	Das Zusteuern auf generelle Ziele
Vorgehensweise	Die laufende und direkte Einwirkung und detaillierte Vorherbestimmung (z.B. über detaillierte Netzpläne)	Das indirekte Einwirken durch entsprechende Rahmenbedingungen
Projektmanagement	Das Projektmanagement basiert auf einer zentralistische Aufgaben- und Kompetenzverteilung: <i>Autoritärer Führungsstil</i>	Das Projektmanagement basiert auf der Aufgaben- und Kompetenzverteilung auf viele: <i>Partizipativer Führungsstil</i>
Weltbild	<i>Glaube</i> an die Möglichkeit, ausreichende und zuverlässige Informationen erarbeiten zu können	<i>Einsicht</i> , daß man nie ausreichende und hinreichend zuverlässige Informationen erhält
Ergebnis	Orientierung am Kosten - Nutzenverhältnis	Orientierung an den Erfolgszielen <i>hohe Akzeptanz, angemessen kurze Zeit</i> und <i>rationeller Einsatz der Ressourcen</i>

Das daraus resultierende und von Immanuel Kant (1724-1804) erstmals definierte analytische Kausaldenken [Kant 1781] durchdringt seither die Gesellschaft und kann im weitesten Sinne als mathematisch, quantifizierend, isolierend, kausalanalytisch, mechanistisch und materialistisch bezeichnet werden. Dieses Denken ist in mehrfacher Hinsicht reduktiv. Ulrich [Ulrich 1995] faßt dies mit den folgenden Worten zusammen: *"Was nicht meßbar und nicht in mathematischer Form faßbar ist, verschwindet aus der Wissenschaft, und dieses dominierende Streben nach Exaktheit führt dazu, daß man in der Forschung isolierend kleine Teile aus größeren Zusammenhängen herausreißt, um einzelne Kausalbeziehungen genau erfassen zu können."* Der von Taylor entwickelte und in Kapitel 2.1.1 beschriebene Ansatz eines *Scientific Managements* der Produktion, wie auch die späteren Entwicklungen in Wissenschaft und Fertigung, sind von diesem Denkansatz geprägt.

2.2.2 Ganzheitliches Denken

Erstaunlicherweise sind es gerade wissenschaftliche Erkenntnisse, die im Laufe des 20. Jahrhunderts allmählich den Glauben an die objektive und wertfreie Wahrheit und den Fortschritt der Wissenschaft zerstören [Zimmer 1968]. Mit der Relativitätstheorie von Albert Einstein (1879-1955) oder der von Werner Heisenberg (1901-1976) festgestellten Unschärferelation entsteht in der Physik ein fundamental anderes Weltbild. Heisenberg [Heisenberg 1962] schrieb hierzu:

"Die Spaltung von Geist und Materie hat sich in den auf Descartes folgenden drei Jahrhunderten tief im menschlichen Geist eingemistet, und es wird noch viel Zeit vergehen, bis sie durch eine wirklich andersartige Haltung gegenüber dem Problem der Wirklichkeit ersetzt werden wird."

Es wird deutlich, dass mit dem reduktivistischen, auf das meßbare Einzelne konzentrierte Denken, Fragen von zentraler Bedeutung nicht gelöst werden können. Vor allem Fragen danach, was das Leben eigentlich bedeutet und wie die lebendige Natur als Ganzes und in ihren Wechselwirkungen funktioniert, bleiben um so mehr unbeantwortet, je weiter man sich auf die Suche nach der Antwort in einzelne Teilbereiche vertieft.

Der Ruf nach einem neuen Paradigma, nach einer andern Perspektive und Denkweise, kommt in diesem Zusammenhang auf. Gerade in dem zu Beginn des 20. Jahrhunderts entstehenden Wissenschaftszweig der Ökologie werden dabei die von den klassischen Wissenschaften nicht beantworteten Fragen nach dem Funktionieren der Natur als Ganzes angesprochen. Im Gegensatz zur Descart'schen, reduktivistischen Weltsicht wird in der Ökologie nicht die einzelne Pflanze oder Tierart, sondern das vielfältig zusammengesetzte Ökosystem mit dem Menschen als Bestandteil betrachtet [Odum 1991, Deléage 1991]. Der in diesem Zusammenhang verwendete Begriff *System* (Begriffsklärung laut Lexikon: Sich stetig gegenseitig beeinflussende Dinge, Teile oder Vorgänge, die ein Ganzes bilden) umschreibt dabei das Zusammenwirken von Pflanzen, Tieren und Mikroben mit Wasser, Boden, Mineralien, der Atmosphäre und vielen anderen Faktoren. Der in diesem Zusammenhang entstandene ganzheitlich Denkansatz führt in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts zu der Erkenntnis, daß viele Probleme der Menschheit in den unterschiedlichsten Bereichen des gesellschaftlichen Lebens dadurch entstanden sind, daß durch die reduktivistische Denkweise wichtige Auswirkungen des Handelns in die Problemstellung nicht einbezogen wurden. Gerade Bereiche mit einem hohen Stoffumsatz, wie etwa das Bauwesen, gewinnen hierdurch eine völlig neue Bedeutung [Kohler 1996]. Die Vorteile, die darin liegen, den konventionellen Ansatz der Abgrenzung zu verlassen, um in einer Art Systemschau die Welt als integrierte Ganzheit zu betrachten, werden zunehmend von den verschiedensten Disziplinen entdeckt. Die in diesem Zusammenhang entstehenden Wissenschaften der Systemtheorie und des Operations Research greifen die sich aus diesem

neuen Weltbild ergebenden Fragen auf und versuchen, sie mit einer neuen Denkweise zu beantworten [Vester 1984, Gahl 1991].

Die umsichgreifende neue Sicht, daß alle Phänomene grundsätzlich miteinander verbunden und voneinander abhängig sind, transzendiert die gegenwärtigen disziplinären und begrifflichen Grenzen [Kuhn 1997, Capra 1987]. Dabei ist der Versuch, andere methodische Ansätze zu wählen, gerade in hochkomplexen Problemfeldern naheliegend. Gerade im Bereich der Managementtheorie wird zunehmend versucht, mit Modellen und entsprechenden Systemansätzen neue Wege bei der Bewältigung komplexer Systemzusammenhänge zu erforschen [Malik 1996]. Dabei kann der Begriff des Managements durchaus aus dem vorherrschenden Kontext primär wirtschaftlicher, also des Managements von Wirtschaftsunternehmen, herausgelöst betrachtet werden. Es geht hierbei vielmehr um das Gestalten und Lenken von Institutionen im allgemeinen, oder um das Gestalten und Lenken von soziotechnischen Systemen und Prozessen, also der Beherrschung von *Komplexität* an sich.

Das Planen und Bauen als komplexes Problemfeld ist vom traditionell reduktivistischen Denkansatz genauso geprägt wie andere komplexe Bereiche. Der in Kapitel 2.1.2 dargestellte Ansatz der Massenproduktion von umbautem Raum basiert auf der Idee, daß spezifizierte Produkt in einzelne Elemente zu zerlegen und alle zur Erstellung des Produktes erforderlichen Prozesse und Schnittstellen a priori zu definieren, um so ein standardisierbares, reproduzierbares Ergebnis zu erzielen. Mit dem in Kapitel 2.1.3 dargestellten Ansatz der Gebäudebaukästen verlagert sich der Fokus der massenhaften Produktion vom Endprodukt als Ganzes auf seine Komponenten und die Definition ihrer Schnittstellen. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, daß sie ein individuelles, dem Bedarf der jeweiligen Situation entsprechendes Ergebnis zuläßt und trotzdem die Vorteile der Optimierung einzelner Elemente, amortisiert über große Serien, ermöglicht. Allerdings erfordert diese Vorgehensweise entsprechend den vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Elemente und deren fixen Schnittstellen und bezogen auf das individuelle Bauvorhaben bereits einen erhöhten planerischen Aufwand. Die Beachtung entstehender Wechselbeziehungen planerischer Maßnahmen durch die beteiligten Akteure wird zur projektbezogenen Anforderung.

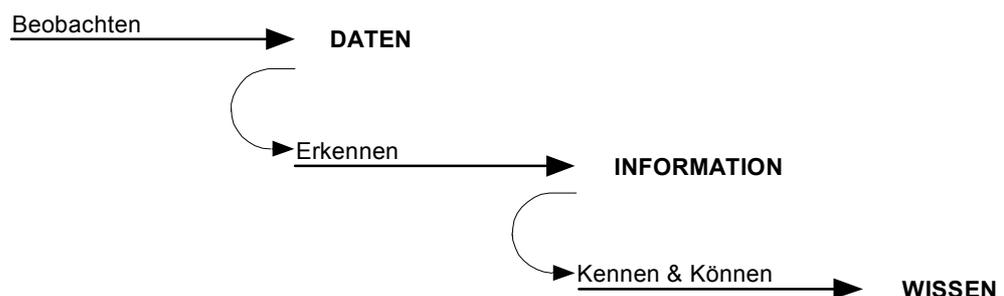
Das massenhaft gefertigte Unikat, also die für den Planungsbeteiligten immer wiederkehrende Aufgabe der Planung verschiedener Gebäudetypen, bietet auf der einen Seite ein Höchstmaß an individueller Anpassbarkeit, auf der anderen Seite ist die Anforderung an den planerischen Abstimmungsprozeß sowie an die eingesetzten Techniken (z.B. im Bereich *CIM*) sehr hoch. Der Anspruch an das planerische Ergebnis ist damit gleichzeitig ein Anspruch an die Vorgehens- und Denkweise der beteiligten Akteure. Im Gegensatz zum reduktivistischen Denkansatz muß das eigene Handeln in den Kontext seiner Auswirkungen auf das Handeln und die Ziele anderer,

am Planungsprozeß beteiligter Akteure, gesehen werden. Savory [Savory 1988] spricht dabei von der Notwendigkeit einer ganzheitlichen oder holistischen Sichtweise, entsprechend der aus den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts stammenden Definition des Begriffs *Holismus* durch den Südafrikaner Jan Christian Smuts [Smuts 1926].

Damit wird deutlich, daß die Kommunikation der Planungsbeteiligten gemäß ihren jeweiligen Rollen und Aufgaben bei der massenhaften Fertigung von Unikaten eine entscheidende Rolle spielt. Hier liegt der Schlüssel zur Steigerung von Effizienz und Effektivität, aber auch für die Entwicklung von Strukturen neuer, diesen Prozeß unterstützender Techniken und Werkzeuge.

Der Kommunikationsprozeß der an einem Bauplanungsprozeß beteiligten Akteure ist gekennzeichnet durch die Vermittlung von Daten, Information und Wissen. Die Unterscheidung in diese drei Kategorien ist Voraussetzung zur Definition geeigneter Strukturen der Zusammenarbeit und des Managements, da sie eine wichtige Abstufung in der Erkenntnis eines Zusammenhangs kennzeichnen. Gregory Bateson [Bateson 1979] spricht dabei von sogenannten *Mustern* oder *Kontexten*, welche es erlauben, einen Sachverhalt schematisch zu betrachten. Muster formen und modifizieren sich demnach in rekursiven Erkenntnisoperationen. Angewandt auf die Kategorien Daten, Information und Wissen, kann von folgender Definition ausgegangen werden: Daten sind demnach klassifikatorisch, komparativ und metrisch, Information basiert auf einer Unterscheidung im bekannten Kontext und Wissen zeichnet sich durch Kennen und Können aus, also einer unbekanntem Unterscheidungen im bekannten Kontext.

Abbildung 6 **Daten, Information, Wissen**



Der Umgang mit Daten, Information und Wissen, also dasjenige, was für diesen Umgang mit diesen erforderlich ist bzw. welches aus dem Umgang mit Daten durch Erkennen entsteht, ist ausschlaggebend für den erfolgreichen Prozeß der Zusammenarbeit der an einem Planungsprozeß beteiligten Akteure. Eine ganzheitliche Sicht auf die Zusammenhänge und die daraus resultierenden neuen Formen der Zusammenarbeit bilden die Grundvoraussetzung zur massenhaften Unikatfertigung. Dies umfaßt auch die Erschließung neuer Wissensbereiche im Rahmen der beruflichen Tätigkeiten. Der Begriff *lebenslanges Lernen* beschreibt in diesem Zusammenhang das Bin-

deglied zwischen Individuum und kollektiver, gesellschaftlicher Entwicklung. Ohne einer adäquaten Einbindung einer Person in die fachliche Weiterentwicklung der relevanten Wissensdomänen verliert das persönliche, domänenspezifische Wissen rasch an Gültigkeit. Besonders Tätigkeiten mit einem hohen Anteil an *Tagesinformation* sind hiervon betroffen. Zunächst kommen einem bei diesem Stichwort Tätigkeiten wie z.B. das Finanzmanagement oder die Politik in den Sinn, da hier der Anteil der zur Verfügung stehenden Tagesinformation die Grundlage der Handlungsfähigkeit darstellt. Bei genauerer Betrachtung wird aber deutlich, daß nicht nur einzelne Tätigkeitsfelder hiervon betroffen sind, sondern jegliche Aktivität, die im Zusammenhang mit der materiellen Umwelt steht. Sogar rein kognitive Prozesse zehren auf der einen Seite von vorhandener Information und sind durch Reflexion auf der anderen Seite informationsbildend [Petkoff 1998].

Was hat lebenslanges Lernen aber mit der Praxis von Planern in der Bauproduktion zu tun? Hierzu soll nochmals auf die Charakteristika der Unikaterfertigung verwiesen werden. Planungssituationen führen oft zu dem Dilemma, aus einer Notsituation heraus neue Konzepte möglichst rasch zu entwickeln und umzusetzen, auch wenn eine ausreichende wissenschaftliche Fundierung, also ein bekannter Lösungsansatz, fehlt. Dadurch müssen sich die Planungsbeteiligten entsprechend rasch nach alternativen Lösungsvarianten umsehen. Alle beteiligten Akteure müssen hierbei zunächst die erforderlichen Informationen beschaffen, um dadurch den Lösungsraum entsprechend zu erweitern. Die Unterscheidung in implizites Wissen und explizites Wissen spielt dabei eine wichtige Rolle, da hierin die Grenzen der Zugänglichkeit und damit der Möglichkeit der Partizipation eines Planungsbeteiligten an einem spezifischen Lösungsansatzes liegen.

2.2.3 Implizites / explizites Wissen

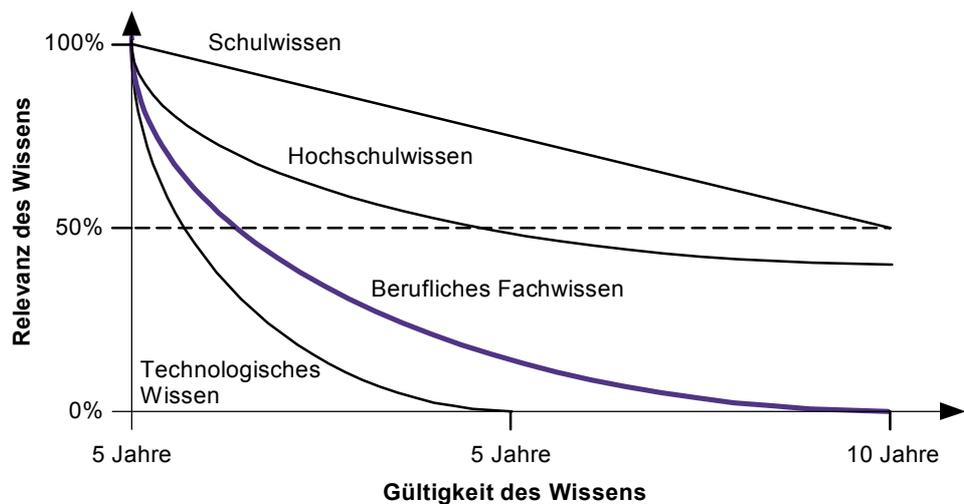
Die Begriffe implizites und explizites Wissen kommen aus der Kognitionswissenschaft und werden nach Strube [Strube 1997] folgendermaßen thematisiert: *Explizit* bedeutet demnach soviel wie erklärt, ausdrücklich, ausführlich dargestellt und damit unmittelbar zugänglich. *Implizit* dagegen bedeutet stillschweigend, eingeschlossen, damit gemeint, aber nicht ausdrücklich gesagt bzw. nicht unmittelbar zugänglich.

Im Sinne einer ganzheitlichen Vorgehensweise in der Planung spielt die Verschmelzung verschiedener Wissensdomänen eine bedeutende Rolle. Da solche komplexen Aufgaben nur als Ganzes und nicht über die Summe von Einzelleistungen gelöst werden können, kommt dem Austausch von explizitem, aber auch implizitem Wissen, eine zentrale Bedeutung zu. So gewinnen die Tätigkeiten einzelner Akteure nur über das Maß ihrer Einbindung in den Gesamtprozeß an Relevanz. Dabei ist entsprechend der begrifflichen Definition der Austausch von explizitem Wissen im Rahmen der alltäglichen Zusammenarbeit möglich. Implizites Wissen erfordert aber einen individuellen Erfahrungs- und Erkenntnisprozeß und stellt so eine natürliche Grenze

bei der Vernetzung von Wissensdomänen dar. Die persönliche Wissenserweiterung ist ein dynamischer Prozeß, welcher zunächst direkt auf der Qualifikation einer Person aufbaut und individuell verschieden verläuft. Das Wissen eines Menschen repräsentiert keinen klar definierbaren, optimierten Status an Wissen. Vielmehr ist der Wissensschatz eines Menschen durch Lernen und Erfahren in der alltäglichen Anwendung einem permanenten Prozeß der Korrektur und Erweiterung unterworfen. Der Austausch von explizitem Wissen basiert überwiegend auf zwischenmenschlichen Kontakten. Die in diesem Zusammenhang wichtigen Grundlagen der Zusammenarbeit im Team werden in Kapitel 2.3.1 erläutert.

Neben der Vermittlung von explizitem Wissen durch Kommunikation, ist die Erschließung impliziten Wissens im Rahmen der Zusammenarbeit auch unter der Anwendung von abgebildetem Wissen möglich. Allerdings steht gerade dieses abgebildete Wissen oft nur im Zusammenhang mit oder im Bezug zu Tagesinformationen zur Verfügung (vergl. Kapitel 2.2.2 "Ganzheitliches Denken", Seite 16). Abgebildet in verschiedenen gebräuchlichen Medien (Druck, Audio, Video) steht es typischerweise schwer zugänglich (nicht vor Ort), unzureichend (mangelnde ergänzende Erklärungen) oder nicht mehr dem neuesten Erkenntnisstand entsprechend zur Verfügung. Die Erschließung neuer, an die eigene Domäne angrenzender impliziter Wissensdomänen ist so ein entsprechend zeitaufwendiger, mühseliger und in der Praxis oft nachlässig behandelter Prozeß.

Neben den bereits genannten Medien bieten z.B. die technischen Möglichkeiten zur Vernetzung von Computerarbeitsplätzen bzw. die Vernetzung dieser Arbeitsplätze mit Datenbanken, welche implizites Wissen zur Verfügung stellen, die Möglichkeit, den Aktualitätsverfall impliziten Wissens zumindest einzuschränken. Dabei stellen die Möglichkeiten und der Grad der Interaktion des Benutzers mit dem Computer das Bindeglied bei der Übermittlung impliziten Wissens dar. Gerade der Grad an Interaktion entscheidet darüber, ob das Medium vernetzter Computerarbeitsplätze in Zukunft eine prägende Rolle bei der Vermittlung impliziten Wissens spielen wird. Hierzu gehören neben den Möglichkeiten des Benutzers, eine Problemsituation zu beschreiben, auch die Möglichkeiten des Computers, implizites Wissen verständlich und im Kontext darzustellen. Ein beispielhaftes Repräsentationsschema für die Übermittlung impliziten Wissens findet sich, fokussiert auf die Aspekte *Mensch - Computersystem* und *Mensch - Computerinteraktion*, in der bauspezifischen Abhandlung *Building Representation* von Aart Bijl [Bijl 1989]. Betrachtet man in diesem Zusammenhang auch den natürlichen Verfall der Gültigkeit des einmal erworbenen Wissens, so wird umso deutlicher, daß der Prozeß der kontinuierlichen Erneuerung persönlichen Wissens bzw. der Ergänzung und Erweiterung des Wissensschatzes für die professionelle Tätigkeit, aber auch in allen anderen Lebensbereichen, unverzichtbar ist. Die nachfolgende Abbildung 7 in Anlehnung an Schüppel [Schüppel 1996] macht diese Notwendigkeit besonders deutlich.

Abbildung 7 **Der Aktualitätsverfall von Wissen**

Mit dem Problem der dynamischen Wissenserneuerung, Erweiterung und Ergänzung beschäftigen sich auf methodischer Ebene unterschiedliche Forschungsbereiche, welche sich entsprechend der Erscheinung des Problems in verschiedenen Disziplinen entwickelt haben [Petkoff 1998, Bürgel 1998, Pohl 1994]. Unter anderem seien hier zu nennen:

- Wissensmanagement (aus der Organisations- und Managementlehre)
- Knowledge Engineering (aus der Kybernetik 1. Ordnung, der Informatik und darin besonders der künstlichen Intelligenz)
- Systemisches Management (aus der Kybernetik 2. Ordnung und der Systemtheorie)
- Business Process Management (aus der Wirtschaftsinformatik und der Betriebswirtschaft)

Abschließend sei daher nochmals auf die Notwendigkeit hingewiesen, den Austausch von Wissen im Sinne einer ganzheitlichen bzw. systemischen Vorgehensweise bei der Bearbeitung komplexer Problemstellungen zu unterstützen. Um die bereits durch das Denken dominierende, reduktivistische Vorgehensweise zu verlassen, ist im weiteren die Betrachtung wichtiger Grundlagen bei der Zusammenarbeit von Gruppen und Teams, sowie die Untersuchung von Möglichkeiten einer methodischen und technischen Unterstützung erforderlich. Der in Kapitel 3.3 vorgestellte Vernetzungsansatz hat daher die Unterstützung eines analysierenden, aber gleichzeitig auch integrierenden Denkens zum Ziel. Der einzelne Akteur soll dabei in die Lage versetzt werden, sich den Weg zum umfassenderen System immer freizuhalten, um das eigene Handeln von einer höheren Ebene aus zu betrachten und so die persönlichen Arbeitszusammenhänge zu prüfen. Der hierzu erforderliche Prozeß der Wissenserneuerung, Erweiterung und Ergänzung wird insbesondere unter Einbeziehung technischer Möglichkeiten in Kapitel 4.3 behandelt.

2.2.4 Komplexität

Höhere Fähigkeiten erwachsen nur aus mehr Komplexität

Carsten Bresch

Einfache oder triviale *Systeme* zeichnen sich durch die simple Bestimmbarkeit ihrer Zusammenhänge und Abläufe aus. Maschinen oder Algorithmen verwandeln z.B. einen bestimmten Input in gleichbleibender Weise immer in denselben Output. Betrachtet man die Entstehung von Systemen, so sind diejenigen, welche vom Menschen bewußt geschaffen wurden, in der Regel einfach und wenig komplex. Ein hoher Grad an Komplexität tritt dagegen in natürlichen- oder in den vom Menschen ohne einer dahinterstehenden Absicht geschaffenen Systemen auf [Malik 1996]. Deleuze spricht mit Bezug auf die gesellschaftliche Entwicklung von verschiedenen Stadien der Beherrschbarkeit. Demnach besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Erfassbarkeit und den Möglichkeiten des Umgangs mit Komplexität, welcher sich als Evolution der Gesellschaftsordnung von der *Gesellschaft der Disziplinen* im 18. und 19. Jahrhundert, über die *Gesellschaft des Souveräns* bis zur *Gesellschaft der Kontrolle* im ausgehenden 20. Jahrhundert darstellt [Deleuze 1996]. Eine Diskrepanz zwischen dem Versuch, selbst geschaffene Systeme entsprechend der begrenzten menschlichen Auffassungsgabe überschaubar, deterministisch regelbar zu halten und die in der Wirklichkeit typischerweise auftretenden Verselbständigung der Komplexität ist dabei festzustellen (vergl. Tabelle 3). Dies hängt vor allem mit den *Systemgrenzen* zusammen, die z.B. bei einer Maschine definierbar und a priori begrenzt sind, bei allen *offenen* Systemen, wie z.B. sozialen Systemen, aber nicht von vornherein bestimmbar sind.

Tabelle 3 **Ursprung von Systemen**

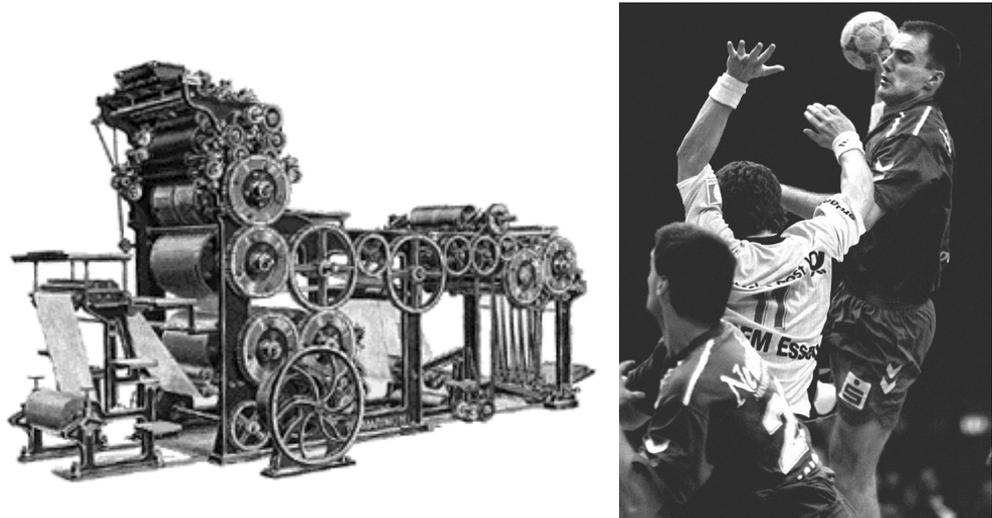
Aspekt	Als Ergebnis menschlicher Absicht	Ohne menschliche Absicht
Entstehung von Systemen ohne menschliches Handeln	Existieren nicht	Rein natürliche Systeme, wie z.B. Planetensysteme, vormenschliche Erdentwicklungen etc.
Entstehung von Systemen als Ergebnis menschlichen Handelns	Vor allem technische Systeme sowie sehr einfache soziale Systeme	Die meisten komplexen sozialen Systeme und Institutionen, wie Geld, Sprache, Recht, Moral, Unternehmung

Interessanterweise zielt das Planungsverhalten im Bauwesen häufig genau darauf ab, diese Art der Einfachheit zu definieren. Es kommt also zu einer gedanklichen Trivialisierung. Entsprechend den geistigen Fähigkeiten, Systeme und Systemgrenzen zu definieren, entstehen so typischerweise relativ simple Modelle von Beziehungen und Abhängigkeiten (vergl. hierzu bauspezifisch: die *Critical Path Method (CPM)*, die *Program Evaluation and*

Review Technique (PERT) [Pohl 1987] und die *Netzplantechnik* [Wiegand 1995]). Hinter diesen Bemühungen verbirgt sich die Annahme, daß sich die komplexere Wirklichkeit mehr oder weniger auf dieses Modell abbilden läßt. Dies trifft aber nur bedingt zu. Bei Problemstellungen im Bauen handelt es sich immer um komplexe Systeme. Die Vielzahl der beteiligten Akteure und die individuellen Anforderungen der Planungssituation führen dazu, daß dieselbe Problemstellung, z.B. ein Krankenhausbau, in zwei unterschiedlichen Planungssituationen auch zu zwei unterschiedlichen Ergebnissen führt.

Abbildung 8

Beispiel triviales- und nicht triviales System



Ulrich [Ulrich 1995] spricht von einem sogenannten Eigenleben des Systems, welches darauf beruht, daß sich die Interaktionen zwischen seinen Bestandteilen (Akteure, Anforderungen etc.) ständig verändern. In Kapitel 2.1.4 wird dies als schwach strukturierter und dabei hoch dynamischer Prozeß des Planens beschrieben. Das Problematische an hoher Komplexität ist also die Tatsache, daß es nicht möglich ist, den Zustand eines Systems über einen längeren Zeitraum hinweg vorauszusagen. Es entsteht leicht der Eindruck, bestimmte Entwicklungen seien irrational. Ein besonders einprägsames Beispiel hierfür ist die Kostenplanung beim Bauen. Üblicherweise wird über ein Ursache / Wirkungsdenken versucht, bestimmte Maßnahmen zu ergreifen, welche zur Einhaltung der Kosten führen. Daß dies in den seltensten Fällen gelingt, ist hinlänglich bekannt. Dabei ist es unmöglich, durch ein rein analytisches Vorgehen den Ursachen auf den Grund zu gehen. Die meisten Versuche, Komplexität durch extreme Steuerungs- und Strukturierungsmaßnahmen seitens des Projektmanagements zu beherrschen, führen zum Zusammenbruch des Systems. Viele fehlgeschlagene Versuche eines restriktiven Qualitätsmanagements im Bauwesen stehen dafür [Kohler 1997].

In Bezug auf den Umgang mit Komplexität finden sich in der *Kybernetik* (griechisch = Steuerungskunde), welche sich als Wissenschaft mit dem Informationsaustausch und der Kontrolle, der Steuerung und *Regelung* von Maschinen und Lebewesen beschäftigt, hilfreiche Ansatzpunkte [Vester

1984, Jeuschede 1994, Malik 1996]. Auf die Beherrschung einer komplexen Bauaufgabe übertragen, ist bei genauerer Analyse die grundsätzliche Entscheidung zwischen der Steuerung von Details durch entsprechend strukturierte Anordnungen und Weisungen, sowie der *Regelung* bestimmter genereller Züge des Verhaltens der Beteiligten durch allgemeine Regeln erforderlich. Dabei lassen sich die grundlegenden Unterschiede zwischen Steuerung und Regelung folgendermaßen darstellen:

*Regelung vs.
Steuerung*

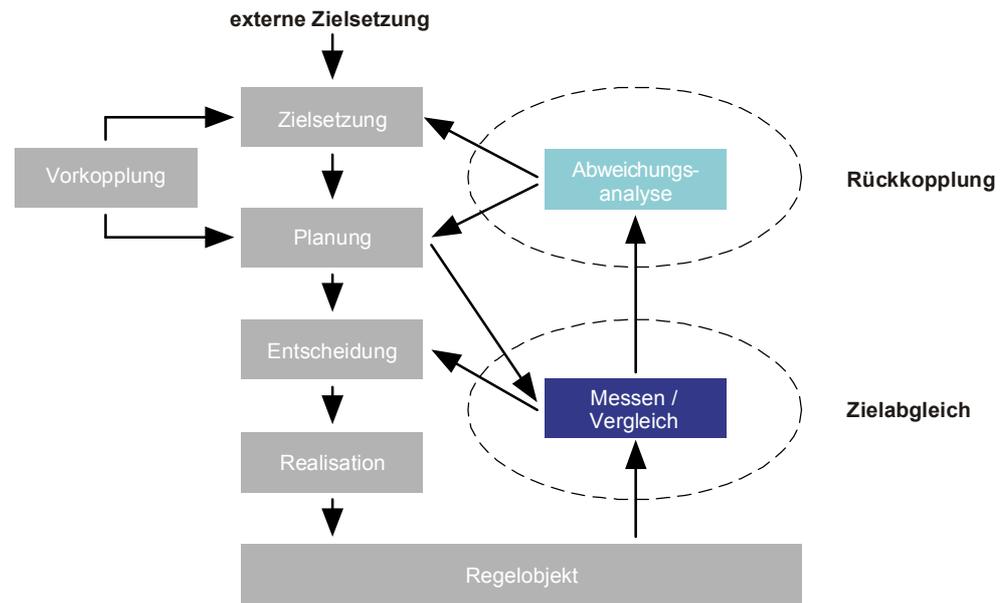
- Ausgehend von der Bestimmung eines Ziels durch den Regler (z.B. Zeitplan für die Abwicklung eines Planungsprojektes) basiert die Regelung auf dem Entgegenwirken gegen die Abweichung des Ergebnisses vom ursprünglich definierten Ziel (Abweichung vom Zeitplan). Regelobjekt ist dabei das Team der Planungsbeteiligten. Mit Regelung wird daher ein *Rückkopplungseffekt* umschrieben, der zu einer erneuten und um die Abweichungsanalyse ergänzten Zieldefinition führt (z.B. durch Bestimmung entsprechender Maßnahmen im Team, um den Zeitplan einzuhalten). Regler und Regelobjekt bilden dabei ein sogenanntes *Regelsystem*.
- Wird dagegen das Ergebnis der Abweichungsanalyse nicht zur Neudefinition der Zielstellung herangezogen, unterbleibt also der erwähnte Rückkopplungseffekt, so kann von einer Steuerung gesprochen werden.

Die Entscheidung, zu regeln oder zu steuern, fällt dabei nicht aus Gründen der erforderlichen sozialen Akzeptanz durch das Team, der Motivation oder des individuellen Führungsstils, vielmehr dominieren dabei die faktischen Möglichkeiten vor dem Hintergrund der zugrundeliegenden Komplexität der Situation bzw. der spezifischen Sachverhalte. Aufgrund des hohen Grades an Komplexität und der bereits erwähnten sehr begrenzten Strukturierbarkeit von Bauplanungsaufgaben, scheidet ein reiner Steuerungsansatz für die Bewältigung dieser Aufgaben aus. Zur Veranschaulichung der Komplexitätsbeherrschung durch Regelung soll im weiteren das aus der Kybernetik stammende *Regelkreis-Modell* vorgestellt werden (vergl. Abbildung 9, Seite 25).

Dieses z.B. in der Technik schon lange erfolgreich angewandte Modell, von seiner Struktur her betont kooperationsfreundlich, ist nahezu universell anwendbar. Das wichtigste Element im Regelkreis-Modell ist die Rückkopplung. Der hierfür erforderliche Zielabgleich wird dabei nicht wie z.B. beim Ansatz der Steuerung von einer Kontrollinstanz durchgeführt, sondern erfolgt, basierend auf der Partizipation der Beteiligten, kooperativ. Bei der Bearbeitung komplexer Problemstellungen (Planungsaufgaben) entstehen dabei typischerweise mehrere, miteinander verzahnte Regelkreise. Jeuschede [Jeuschede 1994] spricht in diesem Zusammenhang von der *Vermaschung* einzelner Regelkreise zu einem größeren Ganzen.

Der unter Anwendung des Regelkreis-Modells beschriebene Ansatz der Komplexitätsbeherrschung baut dabei auf der Elastizität von Entscheidungen, basierend auf der Rückkopplung, auf. Um mit dem Tatbestand der

Abbildung 9 Regelkreis-Modell



begrenzten Beherrschbarkeit von Komplexität gedanklich und im Verhalten umgehen zu können ist es also erforderlich, diesen zunächst anzuerkennen. Darüber hinaus hilft die folgende Gegenüberstellung einfacher und komplexer Problemsituationen, die Vorteile des auf den Potentialen aller Planungsbeteiligten aufbauenden Regelungsansatzes zu verdeutlichen.

Tabelle 4 Einfache und komplexe Problemsituationen

Aspekt	Einfache Situation	Komplexe Situation
Charakteristik	Wenige, gleichartige Elemente. Geringe Vernetzung, wenig Verhaltensmöglichkeiten der Elemente. Determinierte, stabile Wirkungsverläufe.	Viele verschiedene Elemente. Starke Vernetzung, viele Verhaltensmöglichkeiten der Elemente. Viele veränderliche Wirkungsverläufe.
Erfaßbarkeit	Vollständig analysierbar Quantifizierbar Verhalten Prognostizierbar = analytisch erklärbar = Sicherheit erreichbar	Beschränkt analysierbar beschränkt quantifizierbar Verhaltensmuster Erkennbar = synthetisch verstehbar = Unsicherheit reduzierbar
Geeigneter Modellierungsansatz	Vorbild: <i>Maschine</i> Systemtyp: Triviales System	Vorbild: <i>Ökosystem</i> Systemtyp: Nicht triviales System
Geeignete Denkweise	Kausalanalytisches Denken	Ganzheitliches Denken

Tabelle 4 **Einfache und komplexe Problemsituationen**

Aspekt	Einfache Situation	Komplexe Situation
Geeignete Problemlösungsmethoden	Exakte, quantitative Methoden. Algorithmen	Unexakte, qualitative Methoden. Heuristiken
Faktische Beeinflußbarkeit	Konstruierbar Beherrschbar mit <i>Restrisiko</i>	Beschränkt gestaltbar. Beschränkt lenkbar. Kultivierbar

Die von Horst Rittel geforderten Sozialtechniken setzen gerade an diesem Punkt an, indem sie den Planer in die Lage versetzen sollen, in jedem Projekt und in jeder Problemsituation aufs neue zu ermitteln *“was eigentlich gewollt werden soll, oder gesollt werden will”* [Rittel 1972]. Es erscheint daher sinnvoll, durch die Erhöhung des Freiheitsgrades und damit der Komplexität in Form einer Beschränkung an Regelungsmaßnahmen, Innovationen und rasche Verhaltensänderungen der geschulten und dazu fähigen Projektbeteiligten zu fördern.

Damit ist also ein sinnvoller, zweckgerichteter Umgang mit Komplexität gemeint, ein Wechselspiel zwischen Komplexitätsreduktion und Komplexitätserhöhung. Das Beherrschen dieser Komplexitätsreduktion bzw. der Komplexitätserhöhung im richtigen Ausmaß obliegt dabei insbesondere der regelnden Instanz des Teammanagements (vergl. Kapitel 2.3.1 "Multidisziplinäre Projektteams", Seite 27).

2.3 Charakteristika der Bauplanung

Die Geschichte des menschlichen Denkens hat oft die fruchtbarsten Entwicklungen dort ergeben, wo sich zwei verschiedene Arten des Denkens getroffen haben.

Werner Heisenberg

In Kapitel 2.1 wurden verschiedene Systematiken der Produktion dargestellt und diskutiert. Aus dem Blickwinkel der Bauplanung- und Produktion wurde darauf hingewiesen, daß die erfolgreiche und anforderungsorientierte Umsetzung von Planungsaufgaben nicht mit der Standardisierung der Planungs- und Produktionsprozesse zu lösen ist.

Auch die erfolgreiche Integration ausgefeilter *CAD-CAM* und *CIM*-Fertigungsprozesse, sowie die Standardisierung von Bauteilen ist letzten Endes auf die Abstimmung mit anderen, dazu in Bezug stehenden Aktivitäten angewiesen. Vielmehr ist eine übergeordnete Ebene der Zusammenarbeit und Projektorganisation erforderlich, um die Beiträge einzelner Beteiligter entsprechend ihren Abhängigkeiten in die Projektbearbeitung zu integrieren.

In diesem Kapitel geht es daher um Grundvoraussetzungen der Zusammenarbeit multidisziplinärer Teams. Dabei soll die Abhängigkeit zwischen Produktionsprozeß und Planungsmethodik besonders herausgestellt werden.

2.3.1 *Multidisziplinäre Projektteams*

Die Durchführung eines Planungsprojektes erfolgt grundsätzlich unter Beteiligung einer Vielzahl an Akteuren. Beginnend mit der Initialisierung eines Projektes, mit der Definition eines Raumbedarfs, über Planung, Ausführung Betrieb und Abriß, ist die Harmonisierung verschiedenster Aktivitäten erforderlich. Dieser Grundsatz gilt unabhängig von Projektart und Größe.

Diese zunächst plausible und einfache Feststellung, welche aber die Wichtigkeit des Wechselspiels zwischen den Projektbeteiligten impliziert, findet in der Methodik der traditionellen Projektbearbeitung allerdings nur wenig Beachtung. Vielmehr dominiert die Verhaltensweise der Planungsbeteiligten, sich auf die Umsetzung persönlicher Ziele und Aufgaben zu konzentrieren und zumindest unbewußt die Zusammenführung der Teilergebnisse den anderen zu überlassen. Mehrere Faktoren sind hierfür verantwortlich. Zunächst führt das anthropologisch geprägte Denkverhalten und die vorherrschende Art der Ausbildung zu einer starken Fach- und Detailorientierung [Schönwandt 1986]. Die Denkfähigkeit des Menschen ist grundsätzlich sehr beschränkt. In Teilbereichen mit einem hohen assoziativen Anteil gelingt es zwar sehr rasch zu Schlüssen zu kommen. In anderen Teilbereichen kann man die Denkfähigkeit jedoch nur mit einem mühevollen Vorwärtsschreiten bezeichnen [Wiegand 1995]. Besonders bei komplexen Problemstellungen kommt es daher rasch zu einer Überforderung. Nur eine Vorgehensweise, bei welcher Schritt für Schritt in überschaubarer Weise die Problemlösung erfolgt, entspricht der menschlichen Denkfähigkeit. Auch haben Untersuchungen hierzu gezeigt, daß das menschliche Kurzzeitgedächtnis, verantwortlich für den direkt aufgabenbezogenen Abruf von Information, nicht mehr als vier bis elf Informationseinheiten gleichzeitig verarbeiten kann [Miller 1956]. Komplexe Problemstellungen werden daher Schritt für Schritt in einer sequentiellen Vorgehensweise bewältigt.



Insofern entspricht es also den menschlichen Voraussetzungen, komplexe Problemstellungen auf ein erfüllbares Niveau herunterzubrechen und einzelne Lösungsschritte in sequentieller Weise zu vollziehen. Bezogen auf die Zusammenarbeit mit anderen Planungsbeteiligten ist es daher naheliegend, auch hier den Weg des geringsten Widerstandes zu gehen, um so unnötig erscheinende Komplexität zu vermeiden. Die klassische Strukturierung des Planungsprozesses folgt eben dieser Vorgehensweise. Unabhängig von inhaltlichen Abhängigkeiten wird die Planungsaufgabe in Phasen, Gewerke oder Funktionseinheiten unterteilt und bearbeitet. Spezialisierte Planerteams entfalten ihre Kompetenz in der eigenen Fachdomäne und

beschränken sich auf die vollständige Umsetzung der ihnen gestellten Aufgaben. Hieraus erfolgt auch durch das Team zunächst die Konzentration auf die eigenen, domänenspezifischen Bedingungen. Der Grad der Zusammenarbeit wird von diesen domänenspezifischen Zusammenhängen bestimmt und bleibt damit weitgehend auf den lokalen Kontext einzelner Fachplaner beschränkt.

Diese klassische Vorgehensweise der Problemlösung basiert auch auf der Annahme, daß Problemstellungen a priori definierbar und somit ein bestimmter Lösungsansatz von Anfang an verfolgt werden kann. So hat z.B. die Lösung einer Formel in der Mathematik, die Erforschung der Struktur einer unbekannt Substanz in der organischen Biologie oder der Schachspieler, welcher eine Zugkombination zum Schachmatt ersinnt, eine klare Zieldefinition. Die Probleme beim Planen und Bauen sind aber, wie auch andere Problemfelder (z.B. Sozialwissenschaften, Staatspolitik, Umweltmanagement etc.) nur ungenügend definiert. Rittel und Churchman sprechen in diesem Zusammenhang von sogenannten *Wicked Problems* d.h. verzwickten Problemen [Rittel 1973, Churchman 1967].

Während z.B. beim Schachspiel die Lösung des Problems offensichtlich richtig oder falsch ist, zeichnen sich *verzwickte Probleme* dadurch aus, daß bei ihnen der Prozeß der Lösungsfindung identisch mit dem Vorgang der Problemerkennung ist. Die Planer erklären die Arbeit an ihrem Planungsprodukt nicht aus Gründen für beendet, welche in der Logik des Problems und seiner Lösung liegen, sondern vielmehr aus Gründen, die mit der Problemstellung inhaltlich an sich nichts zu tun haben: Ende der zur Verfügung stehenden Planungszeit, vollständiger Verbrauch des Budgets, Mangel an Motivation, weitere Lösungsansätze zu verfolgen (vergl. Kapitel 3.1 "Assoziation, Intuition, Entwerfen", Seite 43).

In der alltäglichen Planungsarbeit bleibt das Wesen dieser *verzwickten Probleme* allerdings weitgehend unberücksichtigt. Wie in den bereits dargestellten deterministischen Problemlösungsbereichen wird versucht, auf der Grundlage einer detaillierten Definition des Problems einen darauf angepaßten Lösungsansatz zu verfolgen. Die Unterteilung des Planerteams in Zuständigkeitsinstanzen, welche für die Lösung von Subproblemen zuständig sind, ist das Ergebnis. Diese Situation wird dadurch zementiert, daß Team und Bürogemeinschaft, die jeweils eine Zuständigkeitsinstanz ausfüllen, häufig zusammenfallen. Eine für die iterative Definition des Problems (Aufgaben, Ziele) und möglicher Lösungsvarianten erforderliche Teamarbeit aller Planungsbeteiligten erfolgt somit so gut wie nicht. Die Zusammenarbeit erfolgt lediglich durch den Abgleich von Teilzielen und SubTeams.

Die Umsetzung einer Planungsaufgabe erfordert aber die Kombination vieler solcher Teams oder Intressenvertreter und dies auf einer Ebene der projektbezogenen und oft einmaligen Zusammenarbeit. Hierfür ist ein Grad der Vernetztheit, ein Verständnis für ein bestimmtes Systemverhalten erforderlich, welches nur entstehen kann, wenn die zwischen den Teams bzw. Inter-

essensvertretern bestehenden Verbindungen definiert werden. Um die Planungsaufgabe als Ganzes zu begreifen ist es also erforderlich, diese Verbindungen zu erkennen. Der einzelne Akteur als Mitglied einer Kleingruppe, z.B. das an einem Bauvorhaben beteiligte Team der Tragwerkplaner, kann als Teil einer größeren Ganzheit betrachtet werden. Dieses System kann seinerseits wiederum als Teil eines größeren Ganzen betrachtet werden, z.B. derjenigen an einem Bauvorhaben beteiligten Akteure, welche die konstruktive Struktur des Projektes entwickeln (Tragwerkplaner, Architekt, Bauherr).

Dieses Ganze wiederum ist Teil des gesamten Planungsteams, und so weiter (vergl. Kapitel 2.2.4 "Komplexität", Seite 22). Es wird deutlich, daß abhängig vom Zweck der Betrachtung die Unterteilung in System und das, was als Teil des Systems betrachtet wird, erfolgt. Ein komplexes Bauvorhaben kann daher als ein Konstrukt betrachtet werden, welches aus vielen mehrstufigen Hierarchien von Systemen besteht, die wiederum miteinander in Verbindung stehen.

Abbildung 10 **Die Auflösung des Ganzen**



Geht man der Frage nach, wie diese Verbindungen darzustellen sind, so kommen einem typischerweise lineare Kausalketten in den Sinn, welche nach Ulrich [Ulrich 1995] als einfache Linien von Ursache zur Wirkung führen. Dieses Bild einer monokausalen Wirkungskette entspricht aber nicht den tatsächlichen Verhältnissen, wobei eine Ursache verschiedene Wirkungen haben kann. Wir haben es also nicht mit einer einfachen Kausalkette, sondern mit mehreren, sich verzweigenden Kausalketten zu tun. In diesem Zusammenhang ist der Begriff eines Netzwerkes angebracht.

Bei genauerer Betrachtung der Situation in der Bauplanung ist es offensichtlich, daß nur schwer eine Instanz zu benennen ist, welche die für eine Definition dieses Netzwerkes von Abhängigkeiten und, daraus abgeleitet, die zur Lösung der Problemstellung erforderliche Aufgabe eines multidisziplinären Teammanagements übernehmen könnte. Abgesehen von kleinen Planungsprojekten, bei welchen der Architekt die Teamleitung übernimmt, ist die Erfüllung dieser Aufgabe bei größeren Planungsprojekten und einer damit größeren Komplexität des Netzwerkes in der Regel offen [LM95 1994].

2.3.2 Soziale Faktoren der Zusammenarbeit

Nichts beflügelt den Geist mehr als das menschliche Gegenüber.

Antoine de Saint-Exupery

Der Grad der Zusammenarbeit aller an einem Projekt beteiligten Akteure steht oft in tiefem Widerspruch zur Komplexität der zu bearbeitenden Probleme. Gemessen an den inhaltlichen Erfordernissen zur Kooperation kann im Regelfall maximal ein Informationsaustausch auf Ergebnisebene beobachtet werden, nicht aber eine wirkliche Kooperation auf Prozeßebene. In der Fachliteratur zum Bauwesen finden sich wenig Beiträge, welche sich mit dem Thema menschlichen Verhaltens und der Zusammenarbeit beim Planen und Bauen beschäftigen. Dies ist umso verwunderlicher, da gerade bei der Zusammenarbeit in der Praxis typischerweise die größten Probleme entstehen. Die Definition sozialer Faktoren der Zusammenarbeit und die Darstellung eines adäquaten Modells der Vorgehensweise in Kapitel 3.3 bedarf daher zunächst der Klärung grundsätzlicher Elemente. Zunächst ist es erforderlich, die unterschiedlichen Stufen der Zusammenarbeit zu definieren. Im allgemeinen Sprachgebrauch fallen unter den Begriff Zusammenarbeit auch Formen des reinen Informationsaustausches bzw. der Koordination von Tätigkeiten einzelner Akteure. Die im weiteren behandelten Formen der Zusammenarbeit gehen aber von einer Zusammenarbeit auf inhaltlicher Ebene aus. In der Literatur findet sich hierzu eine Abstufung beginnend mit dem Austausch von *Information*, des sich gegenseitig Informierens, der bereits erwähnten *Koordination* einzelner Akteure, der *Kollaboration* auf Inhaltsebene und der *Kooperation* als intensivster Form der inhaltlichen Zusammenarbeit. Abbildung 11 verdeutlicht diese Abstufung, wobei als Indikator für die Intensität der Zusammenarbeit auch der Grad der Kommunikation unter den Beteiligten betrachtet werden kann. Da es sich bei einem

Abbildung 11

Verschiedene Stufen der Gruppenarbeit



reinen Austausch von Information noch lange nicht um eine wirkliche Zusammenarbeit im Sinne des Begriffs Kooperation handelt, soll im Weiteren auf die begriffliche Abstufung eingegangen werden. Abhängig von der Problemstellung spricht man von drei Stufen [Staehele 1998, Wiegand 1995, Witte 1994]:

- Arbeit in der Gruppe
- Arbeit im Team
- Arbeit im Team auf der Grundlage eines a priori definierten Vorgehensmodells

Gruppenarbeit Die ursprünglichste und am weitesten verbreitete Form der Zusammenarbeit ist die Arbeit in der Gruppe. Der Begriff *Gruppenarbeit* ist dabei so zu definieren, daß es zunächst keine vorab festgelegten Regeln der Zusammenarbeit gibt, sondern die Fähigkeit und der Wille der einzelnen Beteiligten den Ausschlag für den Erfolg der Zusammenarbeit gibt. Die Fähigkeit von Gruppen, eine bestimmte Aufgabe effizienter zu lösen als dies einer Einzelperson möglich wäre, wird in der Literatur teilweise sehr kritisch betrachtet [Witte 1998]. Alle an einem Gruppenprozeß beteiligten Akteure bringen neben ihrer fachlichen Qualifikation auch vielfältige Lebenserfahrungen im Umgang mit kleinen Gruppen in die Projektarbeit ein. Von der Familie über Kindergarten, Schule, Ausbildung, aber auch im Rahmen von Freizeitaktivitäten haben wir individuell gelernt, auf welche Dinge in Gruppen geachtet werden muß, wie Gruppen funktionieren und wie wir uns Gruppen wünschen. Dieses Wissen prägt unser Handeln und spielt eine maßgebliche Rolle bei unserem Gruppenverhalten in jeder neuen Lebenssituation. Neben den äußeren Rahmenbedingungen, wie den rechtlichen Grundlagen, den inhaltlichen Verpflichtungen und den allgemeinen zeitlichen Voraussetzungen, spielt die sogenannte *soziale Repräsentation* bei der Zusammenarbeit der beteiligten Akteure eine zentrale Rolle. Nach Witte [Witte 1994] gliedert sich dieses Vorstellungsbild in die drei folgenden Hauptaspekte:

- **Die Wahrnehmungshypothese:** Was wir beobachten und worauf wir unsere Aufmerksamkeit richten.
- **Die Erklärungshypothese:** Wie wir uns die Abläufe in Gruppen erklären und wie wir etwas ändern würden.
- **Die Erwartungshypothese:** Welche Maßstäbe wir heranziehen und welche Erwartungen wir an Gruppen haben.

Das Gruppenverhalten der verschiedenen, an einem Gruppenprozeß beteiligten Akteure läßt sich somit mit der *sozialen Repräsentation* erfassen. Mit diesem Verständnis lassen sich viele Prozesse, Bewertungen und Verhaltensweisen erklären. Dabei sind weniger die formellen, an der inhaltlichen Arbeit ausgerichteten Kontakte entscheidend, sondern die informellen Beziehungen der Gruppenmitglieder untereinander [Becker 1998].

Teamarbeit *Teamarbeit* zeichnet sich durch eine strukturierte und zielgerichtete Vorgehensweise aus. Es besteht hier die Notwendigkeit der Moderation des Prozesses der Zusammenarbeit. Unabhängig von der fachlichen Einbindung übernimmt jedes Teammitglied eine bestimmte Rolle. Damit ist eine spezifische Verhaltensweise zu verstehen, welche von den anderen Teammitgliedern erwartet wird. Beispielsweise werden dem Architekten gestalterische Kreativität, einem Projektsteuerer hingegen die Fähigkeit, den Planungsablauf terminlich zu überschauen, zugeschrieben. Diese Rollen lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten verteilen. Wiegand [Wiegand 1995] spricht von den folgenden für das Planen und Bauen relevanten Gesichtspunkten:

- **Positionsspezifisch:** Rolle und Status ergeben sich z.B. aufgrund der Stellung einer Person in der Organisationshierarchie.
- **Aufgabenspezifisch:** Bestimmte Fachleute können für die Lösung einer Aufgabe eine bestimmte Rolle erhalten und auch eine besondere Wertschätzung genießen.
- **Personenspezifisch:** Aufgrund der spezifischen Persönlichkeit werden bestimmte Rollen bzw. Verhaltensweisen erwartet. Ein besonderer Status kann sich durch die Ausstrahlung der Persönlichkeit ergeben.

Die Bezeichnung *Team* wird beim Planen und Bauen in unterschiedlichem Zusammenhang verwendet. Zum einen wird mit dem Begriff *Projektteam* die Summe aller an einem Projekt beteiligten Akteure bezeichnet, zum anderen wird mit dem Begriff der Teamarbeit nicht die Tätigkeit der Summe aller Akteure eines Projektes gekennzeichnet, sondern eine spezifische, sich aufgrund ihrer Aufgaben konstituierende Gruppe. Im letzteren Sinne wird der Begriff *Team* im weiteren Verlauf der Arbeit behandelt. Ein wesentlicher Faktor für den Erfolg der Teamarbeit ist die *Teamgröße*. In der Praxis ist häufig

Tabelle 5 Vergleich Gruppe und Team

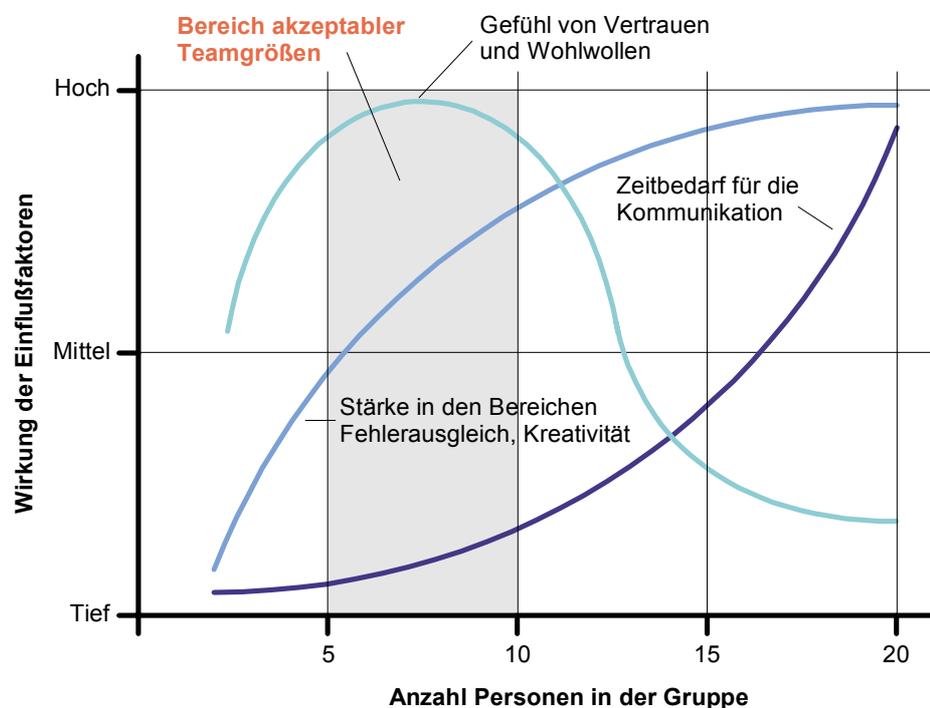
Aspekt	Gruppe	Team
Zusammensetzung	Mehr als zwei Personen mit gemeinsamer Aufgabe und schwach geordneten Beziehungen untereinander (evtl. Gruppenleitung).	Im günstigsten Fall 5-9 Personen mit gemeinsamer Projektaufgabe in klar definiertem organisatorischem Rahmen.
Führungsstil	Durch die Organisation vorgegebener Gruppenleiter. Oft inhaltliche Beteiligung des Gruppenleiters. Autoritativer Führungsstil.	Moderator ohne hierarchische Kompetenz. Opportunität der Kompetenz. Partizipativer Führungsstil.
Arbeitsweise	Kann sich mehrmals in möglichst gleicher Besetzung treffen.	Treffen in immer gleicher Besetzung und in relativ dichten Zeitabständen (rascher Reifungsprozeß des Teams).
Potential	Mehr Kreativitätspotential, erhöhte Kraftentfaltung, höherer Fehlerausgleich als bei Einzelarbeit. Beschränkung durch geringe Anzahl an Treffen.	Ganzheitliche Betrachtungsweise, kreative Stimmung, Zeitgewinn. Guter Ressourceneinsatz. Ineffektiv bei ungünstiger Auswahl der Mitglieder.

zu beobachten, daß nachfolgend auf den eigentlichen Entschluß zur Teamarbeit möglichst viele Personen daran beteiligt werden. Neben vielen vielleicht berechtigten Argumenten hierfür wird dabei aber oft übersehen, daß mit der Überschreitung einer gewissen Anzahl von Gruppenmitgliedern die

Chancen einer wirklichen Teamarbeit schwinden, also ein im besten Falle koordinierter Austausch von Information erreicht werden kann. Parallel zur wachsenden Gruppengröße nimmt aber auch die Möglichkeit ab, auf die einzelnen Beteiligten individuell einzugehen, was für ein Gefühl des Vertrauens und des Wohlwollens aber unabdingbar ist. Die Eingrenzung der Teamgröße erfolgt über die Definition einer Obergrenze von 12 Personen, da hier der Zeitbedarf für die Kommunikation bereits eine Obergrenze erreicht hat, die Kreativität sowie der Fehlerausgleich aber nicht mehr zunehmen. Ein Minimum von 4 Personen ist dagegen erforderlich, um wiederum Fehlerausgleich und einen kreativen Prozeß überhaupt erst zu ermöglichen. Der günstigste Bereich für die Teamgröße liegt demnach zwischen 5 und 9 Personen [vergl. Ricchiuto 1996, Wiegand 1995, Hofstätter 1986].

Abbildung 12

Eingrenzung der Teamgröße nach Hofstätter



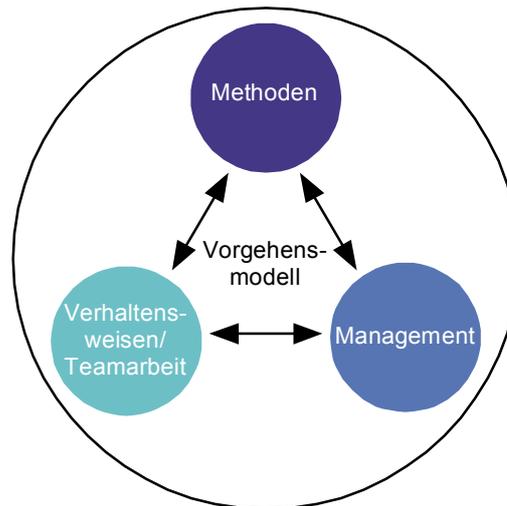
methodenbasierte Teamarbeit

Die Teamarbeit auf der Grundlage eines a priori definierten *Vorgehensmodells* erfolgt typischerweise, um ein bekanntes Problem entsprechend einer bewährten Vorgehensweise zu lösen. Für das Planen und Bauen gelten in diesem Zusammenhang besondere Bedingungen, welche von der jeweils eingesetzten Vorgehensweise erfüllt werden müssen. Um dem bereits erwähnten dynamischen Charakter der Bauplanung gerecht zu werden, zählen hierzu folgende Faktoren:

- Eine flexible Anpaßbarkeit an situationsspezifische Problemstellungen.
- Die Berücksichtigung der begrenzten Möglichkeiten des menschlichen Denkens (sequentiell, Beschränkung in der Erfassung von Komplexität).
- Grundlegende Eignung für die Teamarbeit.

Die Erfüllung dieser Bedingungen und daraus resultierend die Vorgehensweise, setzt sich aus den Elementen *Teamarbeit/Verhaltensweisen*, *Management* und *Methoden* zusammen. Eine umfassende Auseinandersetzung mit den systemischen Wechselwirkungen dieser drei Elemente findet sich z.B. in der Literatur zur *Wertanalyse* [VDI 1995, Wiegand 1995], einer in Kapitel 3.2.2 näher behandelten Methodik zur Lösung komplexer Problemstellungen.

Abbildung 13 **Methoden, Teamarbeit und Management nach Wiegand**



An dieser Stelle soll nun zunächst auf das Element *Verhaltensweise und Teamarbeit* eingegangen werden, einer grundlegenden Voraussetzung bei der Umsetzung einer Methode in der Praxis. Die Elemente *Methoden* und *Management* hingegen werden in Kapitel 3 behandelt. Ein tiefes Verständnis für die sozialen Grundlagen der Teamarbeit ist wichtige Kondition, um die darin liegenden Potentiale zu nutzen. Wie in Kapitel 2.1.1 skizziert, ist die Vorgehensweise in der Bauplanung traditionell am tayloristischen Modell orientiert. Hierbei spielt die Abstimmung von Teilergebnissen der Planung eine dominierende Rolle. Die Zusammenarbeit im Team erfolgt daher üblicherweise auf Ergebnisebene. Es kann in diesem Zusammenhang auch von einer *scheinbaren Kooperation* gesprochen werden. Der erforderliche Entwicklungsschritt zum Verständnis einer *massenhaften Unikatfertigung*, bei welcher der wichtigste Faktor der Planung auf der Zusammenarbeit im Planungsprozeß beruht, ist daher auf die Integration des Faktors *methodenbasierte Teamarbeit* angewiesen. Die Zusammenarbeit erfolgt dabei auf Prozeßebene. Das Ziel erforderlicher Abstimmungen im Planungsprozeß liegt demnach nicht mehr auf der ausschließlichen Entwicklung von Teillösungen einzelner Akteure, sondern in der Entwicklung gemeinsamer Ziele und gemeinsamer Lösungsansätze als Arbeitsgrundlage. Die Vernetzung verschiedener Sichten durch Teamarbeit setzt somit auch ein innovatives Potential innerhalb der Gruppe frei. Dabei ist zu beachten, das sich der Fokus hierbei in einem möglichst überschaubaren Bereich bewegt, da zu umfangreiche Ziele das Innovationspotential des Teams mehr und mehr beschränken [Ricchiuto 1996].

*Motivation zur
Zusammenarbeit*

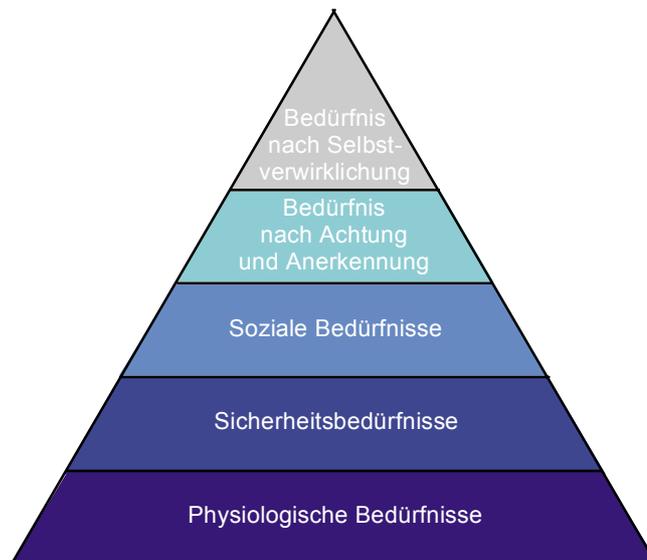
Die Zusammenarbeit auf Prozeßebene ist zusätzlich zu den inhaltlichen Problemen eine große soziale Herausforderung an die beteiligten Akteure. Wie in Kapitel 2.1 und 2.2 angesprochen, werden in Schule und Ausbildung wichtige Grundlagen im Denken und in der Art zu Handeln gelegt. Unglücklicherweise sind diese Verhaltensweisen für einen innovativen Teamprozeß in der Regel kontraproduktiv.

Die typischerweise schon in der Kindheit verinnerlichten Verhaltensregeln wie z.B. *Mache deine eigene Arbeit, Kopiere nicht die Arbeit anderer, nein, niemand soll Dir helfen*, oder *jeder bekommt seine eigene Zensur* werfen den einzelnen Akteur immer wieder auf das eigene Handeln zurück. Informationen offenzulegen, Fehler einzuräumen oder Lösungsansätze im Team zu erarbeiten fällt vor diesem Hintergrund sehr schwer.

Darüber hinaus kann die Motivation zur Zusammenarbeit aber auch als Wechselwirkung zwischen Arbeitsumfeld und der Befriedigung bestimmter Bedürfnisse betrachtet werden. Die auslösenden Reize kommen dabei sowohl von außen (z.B. das Bedürfnis nach Achtung und Anerkennung) als auch von innen (z.B. das Bedürfnis nach Selbstverwirklichung). Diese Bedürfnisse lassen sich hierarchisch in Form einer Bedürfnispyramide darstellen (vergl. Abbildung 14). Die Motivation zur Zusammenarbeit hängt

Abbildung 14

Bedürfnispyramide nach Maslow



demnach von der Gestaltung der Subjekte und Objekte in der Umgebung eines Menschen in der Weise ab, daß sie die persönlichen Motive auf das gewünschte Ziel des Teams hin mobilisiert. Dabei ist insbesondere zu beachten, daß Motivation niemals im Zusammenhang mit einer Zwangssituation entstehen kann.

Druck oder Zwang erzielt nur solange ein bejahendes Verhalten in der Sache, wie dieser Druck ausgeübt werden kann. Danach zieht sich die betreffende Person, ihre eigenen Ziele verfolgend, in sich selbst zurück. Die Motivation zur Zusammenarbeit ist folglich auch an das Erfolgserlebnis

gekoppelt. Dieses kann mit den Begriffen *Befriedigung*, *Lustgewinn*, *Reduktion von Unsicherheiten*, aber auch mit der *Verringerung der Bedürfnisspannung* umschrieben werden. In diesem Zusammenhang ist auch die Zusammensetzung des Teams wichtig. Leider ist beim Planen und Bauen eine Zusammensetzung der einzelnen Teams unter sozialen Gesichtspunkten und damit eine bewußte Mischung der sozialen Charaktere nicht möglich. Die Zusammensetzung erfolgt vielmehr nach dem Zufallsprinzip, was in der Praxis oft hinderlich ist. So sind zum Beispiel Teammitglieder ohne Selbstvertrauen eine zusätzliche Herausforderung für das Team, welches durch Interaktion auf sozialer Ebene diese mangelnde Fähigkeit, sich im Team wohl zu fühlen, fördern muß.

Selbstvertrauen ist so nicht ausschließlich ein internaler Prozeß eines bestimmten Teammitgliedes, sondern hängt über den Sozialkontakt auch wesentlich von den Verhaltensweisen der übrigen Teammitglieder ab. Die Zufallskomposition von Teams beim Planen und Bauen kann somit durch eine angepaßte Teamarbeit teilweise ausgeglichen werden. Neben der in Umrissenen skizzierten Ebene sozialer Motivationsfaktoren und Risiken spielt selbstverständlich auch die Ebene der inhaltlichen Einigkeit eine wichtige Rolle. Sachliche Differenzen stehen zwar formell im Mittelpunkt der Teamarbeit, können aber nur vor dem Hintergrund einer sozial intakten Teamstruktur ausgeräumt werden. Wesentliches Merkmal der Zusammenarbeit im Team ist daher auch das parallele Arbeiten auf beiden Ebenen: Der Ebene der Sachinhalte sowie der Ebene der Beziehungsproblematik.

*Verhaltensweisen
im Team*

Wenn ein hoher Motivationsgrad der Teammitglieder für die Zusammenarbeit erreicht werden kann, wird auch ein Bedürfnis für die Kontrolle des Prozesses von jedem Einzelnen entwickelt. Fragen nach dem Inhalt der Arbeit sowie nach dem Verhalten der Anderen gewinnen somit an Bedeutung. Fragen nach den Möglichkeiten, Kontrolle auszuüben bzw. danach, mit welchen Maßnahmen die Realisierung der gemeinsamen Ziele zu gewährleisten ist, treten in den Vordergrund. Ein gut entwickeltes Team geht dazu über, Rollen zu verteilen, wobei sich die Konflikte mehr auf die Problemlösung als auf emotionale Prozesse konzentrieren. Der Vergleich möglicher Verhaltensweisen einzelner Teammitglieder in Tabelle 6, Seite 37, verdeutlicht dabei das Potential, den Prozeß insgesamt positiv- oder auch negativ zu beeinflussen [VDI 1995]. Auf die alltägliche Situation beim Planen und Bauen übertragen lösen diese Überlegungen zunächst Ernüchterung aus. Gerade die Entwicklung sozialer Bindungen und das Entstehen von Teams erfordert neben der prinzipiellen Offenheit den genannten Faktoren gegenüber auch Zeit und Kontinuität. Aber gerade diese Faktoren sind üblicherweise nicht gegeben. Im Gegenteil, persönliche Treffen, ob im Rahmen einer als Teamarbeit bezeichneten Gruppenarbeit oder nur auf der Grundlage formeller Koordinationstreffen, werden aus bezeichnender Weise ökonomischen Gründen in der Regel bewußt gering gehalten. Diese Situation ist aber aufgrund der technologischen Entwicklungen in Veränderung.

Tabelle 6 Vergleich möglicher Verhaltensweisen im Team

Verhaltensweisen im Team	
Defensiv (verhindernd, hemmend)	Supportiv (unterstützend, fördernd)
Bewerten <ul style="list-style-type: none"> • Relativieren • Beurteilen 	Beschreibend <ul style="list-style-type: none"> • Das Signalisieren des Verstehens • Das Versehen mit eigenen Worten • Das abstrahierende Wiederholen • Sein eigenes Sachverständnis zurückgeben
Kontrolle Einengen/Fixieren	Problemorientierung Das Einordnen von Problemen in gemeinsamer Arbeit (Problemorientierung) schafft Ordnung und Übersicht.
Strategie Bei der Arbeit nach Plan, bei welcher die Details den anderen Beteiligten nicht bekannt sind, fördert strategisches Gegenverhalten; Fronten werden aufgebaut.	Spontaneität Spontanität signalisiert förderndes Verständnis und Bereitschaft zur Mitarbeit. Der Spontane ist glaubwürdig. (Situationsorientiertes Verhalten- Spontaneität ist ein gutes Zeichen für die positive Entwicklung von persönlichen Beziehungen).
Neutralität Zeigt Desinteresse, Distanz und Kühle.	Empathie Das Einfühlen und Verständnis zeigen.
Superiorität Überlegenheit und Dominanz zeigen, Autorität vermitteln.	Balance Autorität wechseln lassen, partizipative Führung.
Bestimmtheit Sachinhalte werden kanalisiert, kreative Substanz geht verloren.	Möglichkeit Fixierungen ablehnen, durch flexible Haltung Anpassung an Situation und Offenheit gegenüber Varianten.

Unterstützung durch Technologie

Gerade für die Bauplanung ergeben sich mit der Entwicklung neuer *Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK)* wie Telefax, dem Rechnerbasierten Arbeiten und mit Rechnernetzen immer neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit. Dabei bietet insbesondere die Unterstützung der Zusammenarbeit bei räumlicher Verteilung bzw. bei zeitlich unterschiedlichem Zugriff auf die inhaltlichen Ressourcen bisher nicht bekannte Möglichkeiten.

Diese, auf der *IuK*-Unterstützung basierenden neuen Möglichkeiten erfordern es aber, die bereits genannten Elemente der Zusammenarbeit weiterzuentwickeln. Dabei verlieren die sozialen Aspekte der Zusammenarbeit keineswegs an Bedeutung. Die in der Öffentlichkeit immer wieder geäußerten Bedenken, der technologische Fortschritt könnte zum Ersatz der bisherigen, auf soziale Kontakte gestützten Zusammenarbeit führen, berücksichtigen dabei gerade nicht die Möglichkeiten, welche in der Ergän-

zung üblicher Formen der Zusammenarbeit liegen. So wie z.B. die Entwicklung der Schrift oder die Erfindung des Telefons den Menschen nicht daran gehindert haben, traditionelle Formen sozialer Kontakte weiterhin zu praktizieren (persönliche Treffen), so können auch die weiteren Entwicklungen im Bereich *IuK* eher als Chancen für eine bessere Unterstützung und Erweiterung bisheriger Formen der Zusammenarbeit gesehen werden [Lévy 1997, Giesecke 1998].

Für die weiteren Betrachtungen ist daher die Erkenntnis wichtig, daß nicht nur die bloße Unterstützung bei der Umsetzung verschiedener Elemente der Zusammenarbeit (*Methode*, *Management* und *Teamarbeit*) diese Erweiterung ermöglicht. Vielmehr ist die, unter Beachtung der Wechselbeziehungen dieser Elemente erfolgende Abstimmung der verschiedenen *IuK*-Möglichkeiten mit den Anforderungen an den Prozeß und das Ergebnis der Zusammenarbeit erforderlich.

2.3.3 Teammoderation

Wer Menschen führen will, muß hinter ihnen gehen.

Lao-tse

Während in der bereits geschilderten Gruppenarbeit der Erfolg vornehmlich von der zufälligen Zusammensetzung der Gruppe und dem in diesem Kontext typischerweise schwach strukturierten Verlauf der Arbeit abhängt, baut die methodenbasierte Teamarbeit auf dem Wechselspiel der Elemente *Management*, *Methode* und *Teamarbeit* auf. Mit dem Element *Management* und unter Anwendung bestimmter Techniken (z.B. Brainstorming, Delphi Methode etc. [vergl. Witte 1998]) ist es möglich, die Zusammenarbeit des Teams zu beeinflussen. Die Anwendung dieser auf Teilschritte bezogenen Techniken, aber auch die Anwendung einer Methode oder die Umsetzung einer *Planungsphilosophie* (vergl. Kapitel 3.2.1 "Integrale Planung", Seite 55) erfordert dabei aber eine Erweiterung des klassischen Begriffs des Managements, welcher von der Vorstellung einer konstruktivistischen-technomorphen Steuerung der einzelnen Akteure geprägt ist [Malik 1996].

Management und Führung

In der Literatur zu Management und Führungslehre dominiert im deutschen wie im englischen Sprachraum die Darstellung von Führung als Menschenführung durch zielorientiertes Einwirken auf Individuen oder Gruppen. Der von Malik zur Umschreibung dieses klassischen Führungsverständnisses geprägte Begriff *Technomorph* stützt sich dabei auf die Feststellung, daß sehr häufig die Meinung vorherrscht, aus der Beantwortung der Frage, worauf Menschen reagieren, könnte die weitgehende Beherrschbarkeit von Individuen oder Gruppen abgeleitet werden [Malik 1996]. Im Rahmen dieser Arbeit geht es nicht um die Wertung oder Diskussion der Frage der Beherrschbarkeit, sondern vielmehr um die Darstellung geeigneter Koordinationsprinzipien für das Planen und Bauen. In diesem Sinne soll dabei kurz auf die Gegenüberstellung zweier prinzipieller unterschiedlicher Ansätze

(konstruktivistisch-technomorph und systemisch-evolutionär) eingegangen werden. Zusätzlich liegt der Fokus der Betrachtungen auf der Koordination methodenbasierter Teamarbeit, welche sich in der Regel aufgabenspezifisch auf einen Ausschnitt von Beteiligten auf den Kontext des Gesamtprojektes bezieht. Techniken des Projektmanagements bzw. der Projektsteuerung, bezogen auf den exekutiven Bereich der Projektabwicklung, werden hingegen nicht behandelt.

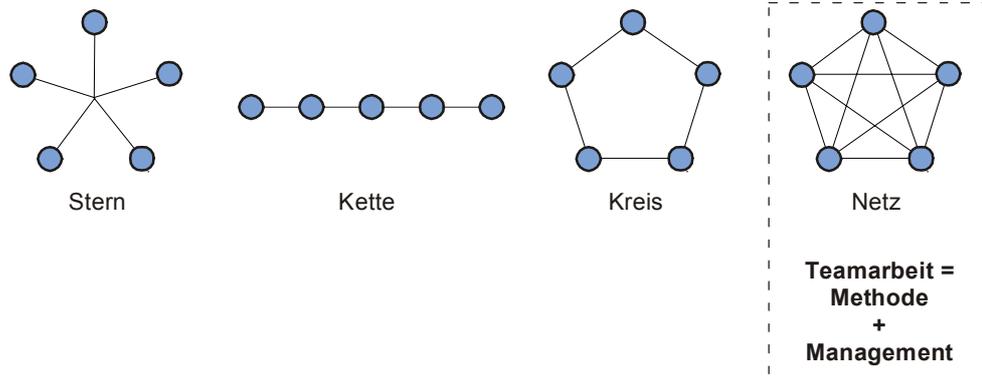
Tabelle 7

Management als Gestaltung und Lenkung in Anlehnung an Malik

Konstruktivistisch-technomorph (K)	Systemisch-evolutionär (S)
1. ...ist Menschenführung	1. ...ist Gestaltung und Lenkung ganzer Institutionen in ihrer Umwelt
2. ...ist Führung Weniger	2. ...ist Führung Vieler
3. ...ist Aufgabe Weniger	3. ...ist Aufgabe Vieler
4. ...ist direktes Einwirken	4. ...ist indirektes Einwirken
5. ...ist auf Optimierung ausgerichtet	5. ...ist auf Steuerbarkeit ausgerichtet
6. ...hat im Großen und Ganzen ausreichende Information	6. ...hat nie ausreichende Information
7. ...hat das Ziel der Gewinnmaximierung	7. ...hat das Ziel der Maximierung der Lebensfähigkeit

Während die konstruktivistisch-technomorphe Vorgehensweise auf eine klare Benennbarkeit der Zusammenhänge angewiesen ist, steht bei der systemisch-evolutionären Vorgehensweise der Kontext der Interaktion der bei der Teamarbeit Beteiligten im Vordergrund. Die konstruktivistisch-technomorphe Vorgehensweise ermöglicht zwar unter Einsatz verschiedener Hilfsmittel die Führung und Koordination Vieler, wird dabei aber zunehmend unpersönlicher, da sie für den Einzelnen sinnlich nicht mehr oder nur noch teilweise erfahrbar ist. Die systemisch-evolutionäre Vorgehensweise geht daher von einer klaren Eingrenzung der Anzahl an Interaktionsbeziehungen aus, um so durch die Interaktion aller Beteiligten und einem auf die spezifische Situation angepassten Führungsstil eine Verbesserung der Arbeitszufriedenheit zu erreichen. Die Darstellung von Kommunikationsstrukturen bei fünf Personen (Abbildung 15) verdeutlicht den für methodenbasierte Teamarbeit typischerweise hohen Grad an Interaktion (Netzstruktur) und vermittelt gleichzeitig den Grad der Potenzierung dieser Beziehungen bei einer steigenden Zahl der Beteiligten. Auf das Planen und Bauen bezogen ist daher die Überleitung des Begriffs Management in die Umschreibung der inhaltlichen Führung, beziehungsweise der Teammoderation, erforderlich. Dabei steht die Funktion der Moderation für eine Tätigkeit, die im Team wahrgenommen wird. Aus dem Lateinischen stammend liegt bereits im Begriff Moderation (Moderation = Mäßigung) der Hinweis auf die Beteiligung aller, also einer Hilfestellung zur Kommunikation zwischen den Menschen. Hilfestellung statt Management hat dabei zum Ziel, daß:

Abbildung 15 Kommunikationsstrukturen bei fünf Personen



- Informationen intensiv und sachlich richtig ausgetauscht und verstanden werden.
- Informationen zum richtigen Zeitpunkt verfügbar sind.
- Die Stärken der einzelnen Teammitglieder, wie Fachkompetenz und Kreativität, angemessen zum tragen kommen.
- Aufgaben im Rahmen einer vertretbaren Frist gelöst werden.
- Lösungsvorschläge im Konsens aller Teammitglieder auf der inhaltlichen wie auf der Gefühlsebene akzeptiert werden.

Das Potential dieser Herangehensweise liegt dabei offensichtlich darin, daß die individuelle Intelligenz nicht beschränkt werden soll, sondern im Team eingebracht eine neue Dimension eröffnet, welche in der Einzelarbeit nicht erzielbar wäre. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang auch von kollektiver Intelligenz gesprochen [vergl. Lévy 1997, Turkle 1995]. Der Prozeß der Teammoderation ist zunächst nicht an eine bestimmte Person oder ein Gremium innerhalb des Teams gekoppelt. Wiegand [Wiegand 1995] unterscheidet dabei drei grundlegende Formen der Teammoderation:

- Typ A: Die Selbstmoderation aller Teammitglieder (also ohne Person mit spezifischer Moderationsfunktion).
- Typ B: Die Übernahme der Moderationsfunktion durch ein Teammitglied (Entweder spontan oder aus dem laufenden Gruppenprozeß heraus).
- Typ C: Der Einsatz einer professionellen Moderation durch die offizielle Vergabe eines entsprechenden Mandats.

Diese auch im Aufwand unterschiedlichen Formen der Moderation können dabei entsprechend der individuell vorliegenden Situation zum Einsatz kommen. Mit Bezug auf die Umsetzung einer teamorientierten Vorgehensweise in der Planung soll im weiteren schwerpunktmäßig auf die professionelle Teammoderation eingegangen werden. Der Grund hierfür liegt zum einen

an der üblicherweise mangelnden Fachkompetenz der an einem Planungsprojekt beteiligten Planer (keiner der Studiengänge, welche auf die Teilnahme am Planungsprozeß vorbereitet, behandelt die sozialen Gesichtspunkte und Anforderungen der Zusammenarbeit im Team), zum anderen an der inhaltlichen Befangenheit, welche die Rolle der Moderation erschwert, wenn diese durch einen inhaltlich beteiligten Akteur übernommen wird. Die professionelle Teammoderation übernimmt dabei aber keine Führungsrolle im Team oder die hierarchische Vorgabe der einzelnen Arbeitsschritte, vielmehr ist ihr Ziel die Initialisierung von Teamprozessen sowie deren Begleitung. Die hierfür erforderliche Denkweise wird in einem mit Bezug auf übliche Managementtechniken erfolgten Vergleich von Management Grundannahmen im Buch *Wertanalyse Idee-Methode-System* [VDI 1995] skizziert. Danach wird in Bezug auf die an einem Teamprozeß beteiligten Akteure in der Regel von folgenden unterschiedlichen Annahmen ausgegangen:

Ansicht X: Diese konventionelle Sichtweise geht davon aus, daß das Management für die Organisation der produktiven, beim Planen und Bauen interorganisationalen Faktoren Mensch, eingesetzte technische Hilfsmittel und Geld verantwortlich ist. Dabei sind die Akteure zu lenken, zu bewegen und zu kontrollieren. Ihr Verhalten ist zum Nutzen des Projektes zu ändern. Ferner wird davon ausgegangen, daß der Mensch faul und ohne äußere Eingriffe passiv und desinteressiert an den Notwendigkeiten der Organisation ist.

Ansicht Y: Diese Sichtweise geht davon aus, daß der Mensch, wenn er tatsächlich passiv ist, dies durch den üblichen Führungsstil gelernt hat, er aber zugänglich für echte Motivation und verantwortungsbereit ist sowie eine positive Einstellung zu den gemeinsamen Projektzielen hat.

Die aus dieser Sicht abgeleiteten Ziele für das Management sind direkt auf eine unterstützende Art der Teammoderation übertragbar. Demnach ist die Herstellung von Rahmenbedingungen erforderlich, die es den an einem Projekt beteiligten Akteuren erlaubt, ihre eigenen Ziele zu erreichen, indem sie ihre eigenen Leistungen auf das Projektziel hinsteuern. Seitens der Moderation kann dies durch folgende Verhaltensweise unterstützt werden:

- Menschen nicht wie Kinder sondern wie Erwachsene zu behandeln
- Freisetzen von kreativem Potential der beteiligten Akteure
- Widerstände aus dem Weg räumen
- Führung im Sinne von helfen, zeigen, Struktur- und Orientierungshilfe geben, aber nicht ständig eingreifen
- Ermutigung zur Eigenentwicklung.

2.4 Zusammenfassung

Die in Kapitel 2 diskutierten Themen beschreiben die Motivation zu dieser Arbeit. Es wurde deutlich gemacht, daß das vorherrschende Verständnis von der Produktion von Unikaten mitverantwortlich ist für die Art der in der Praxis angewandten Vorgehensweisen bei der Bearbeitung komplexer Problemstellungen. Vorgehensweisen in der Fertigung, welche sich seit Beginn der industriellen Revolution vor 150 Jahren entwickelt haben, wurden im Laufe der Entwicklungen immer weiter strukturiert und verfeinert. Wichtige Begriffe wie *Scientific Management* oder *Taylorismus* wurden in diesem Zusammenhang erläutert.

Der entstehende Widerspruch zwischen diesen, auch in der Unikatfertigung angewandten Vorgehensweisen, welche von einer Standardisierung von Produkten ausgehen und der zunehmenden Individualisierung der Ansprüche an das planerische Ergebnis im Planen und Bauen, wurde dargestellt. Resultierend kann von einer Entwicklung hin zum *massenhaft gefertigten Unikat* gesprochen werden, gekennzeichnet einerseits durch die wiederkehrende Aufgabenstellung Wohn-, Arbeits-, oder Produktionsraum bereitzustellen und andererseits durch den Anspruch, die individuelle Situation (Ort, Beteiligte, Anforderungen) zu beachten.

Der alltägliche Umgang mit solchen als komplex zu bezeichnenden Planungssituationen wird von der Art des Denkens der an einem Projekt Beteiligten geprägt. Mit der Erläuterung verschiedener Denkansätze (reduktiv vs. ganzheitlich) und den jeweiligen darauf aufbauenden Vorgehensweisen im Umgang mit Komplexität, konnte die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Lösungsansatzes im Planen und Bauen dargestellt werden. Durch die Schilderung sozialer Charakteristika der Bauplanung wurden verschiedene, für die Umsetzung des Konzeptes der massenhaften Unikatfertigung erforderliche Faktoren, herausgestellt.

Zusammengefaßt kann dabei von der Notwendigkeit zur Kooperation anstelle des üblichen Informierens bzw. von der Anforderung an eine entsprechende Vernetzung der Planungsbeteiligten im Prozeß gesprochen werden. In Kapitel 3 werden diese erforderlichen Faktoren zunächst einer Betrachtung integraler und teamorientierter Ansätze gegenübergestellt.

3 Teamorientierte Bauplanung

Wenn über das Grundsätzliche keine Einigkeit besteht, ist es sinnlos, miteinander Pläne zu machen.

Konfuzius

Welche benennbaren, die Struktur und damit den Verlauf eines Bauplanungsprojektes beeinflussenden Faktoren gibt es? Ist es möglich, über die Definition von Methoden und Systemen die Zusammenarbeit von Planungsbeteiligten und damit die Integration von Teilsichten in den Planungsprozeß zu unterstützen? Welche Möglichkeiten gibt es, durch die teamorientierte Vernetzung von Kompetenzen nicht nur die Effizienz, sondern auch die Effektivität der Planung zu erhöhen? Mit der Darstellung verschiedener Charakteristika der Entwurfs- und Planungsarbeit und der Diskussion existierender Methoden zur Planungsunterstützung, welche einen teamorientierten Ansatz verfolgen, wird in diesem Kapitel ein Modell vorgestellt, welches auf den bisher bekannten Ansätzen unter Berücksichtigung informationstechnischer Möglichkeiten aufbaut.

3.1 Assoziation, Intuition, Entwerfen

Die Bedeutung der Gestaltung eines Bauvolumens im Wechselspiel mit der Erfüllung technischer, funktionaler, ökonomischer und emotionaler Anforderungen darf bei der Untersuchung des Zusammenspiels der Planungsbeteiligten nicht außer Acht gelassen werden. In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, das eben dieser Gestaltungsprozeß mit dem Ergebnis eines individuellen Erscheinungsbildes des Gebäudes gewünscht ist. Dies ist nicht selbstverständlich, da im planerischen Alltag immer wieder das Verlangen nach einer übergeordneten Richtigkeit, einem vorbildlichen Stil, gesucht wird. Die Idee eines allgemein gültigen Stils, welcher programmartig auf neue Planungsvorhaben angewandt werden kann, ist in der kulturgeschichtlichen Entwicklung dominant. Schon in den vorchristlichen Kulturen entwickelten sich, besonders im Bereich der Sakralbauten, Stilrichtungen, welche dem Baumeister die wichtigsten Elemente der äußeren Erscheinung eines Gebäudes vorgaben. Begriffe wie *Romanik*, *Gotik*, *Barock* etc. stehen in diesem Sinne in direkter Verbindung mit einer Stilrichtung. Dabei verschmelzen Weltanschauung, die jeweiligen technischen Möglichkeiten und handwerkliches Know-How zu einer Einheit.

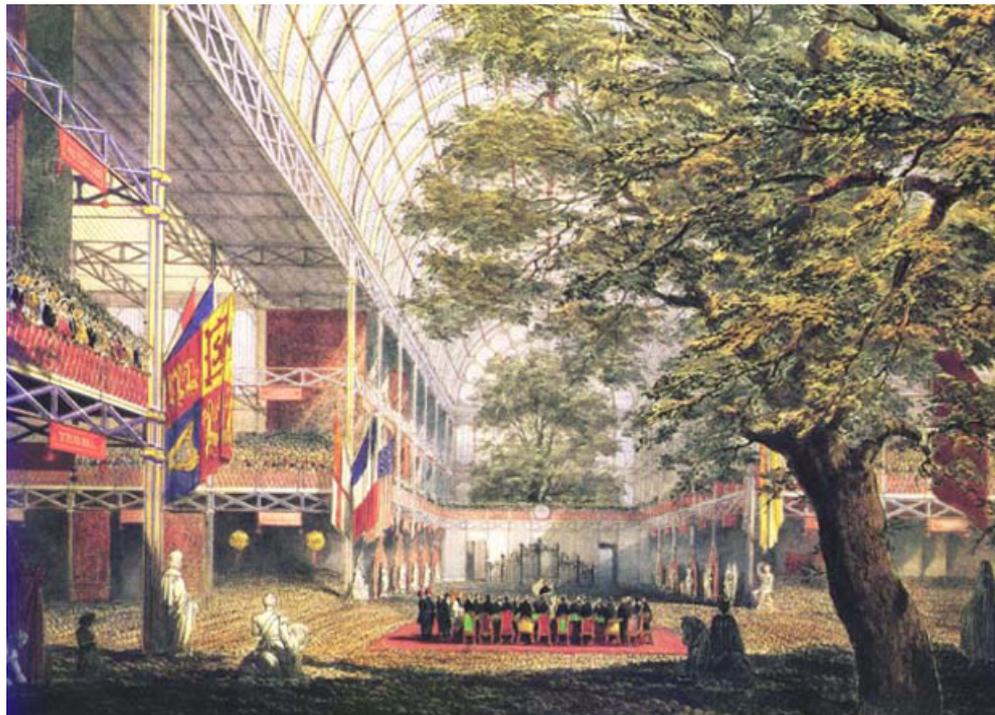
Im Laufe der letzten hundert Jahre hat sich dabei die Rolle des Gestaltenden, also desjenigen, welcher die stilistischen Zeitströmungen am individuellen Projekt modelliert, entscheidend geändert. War der *Baumeister* in

früheren Jahrhunderten hauptsächlich mit der integralen Abwicklung des Projektes befaßt, wobei die Koordination der technischen und handwerklichen Umsetzung unter Beachtung des nach den bewährten Gestaltungs- und Konstruktionsregeln entwickelten Entwurfes an diese zentrale Funktion gekoppelt war, ist im zwanzigsten Jahrhundert eine kontinuierliche Verlagerung des Arbeitsschwerpunktes auf die rein gestalterischen Gesichtspunkte zu beobachten. Für den nun als Architekten bezeichneten Baumeister steht die Verwirklichung individueller Gestaltungsvorstellung zunehmend im Vordergrund, die technische und handwerkliche Umsetzung wird dabei von der Konzeption bis zur Fertigstellung des Projektes in zunehmendem Maße an die Spezialisten (Fachingenieure) delegiert.

Der Ursprung dieser veränderten Positionierung des Architekten ist daher im Zusammenhang mit den allgemeinen Entwicklungen neuer und komplexerer Techniken der Produktion, sowie neuen Baustoffen (Stahl, Glas in großen Flächen, Verbundwerkstoffe etc.) zu sehen. Mit der Errichtung des *Crystal Palace* zur Weltausstellung 1851 durch den Gärtner Joseph Paxton (1801-1865) entsteht in diesem Sinne das erste richtungsweisende Gebäude [Frampton 1983, Elliot 1992].

Abbildung 16

Crystal Palace von Joseph Paxton

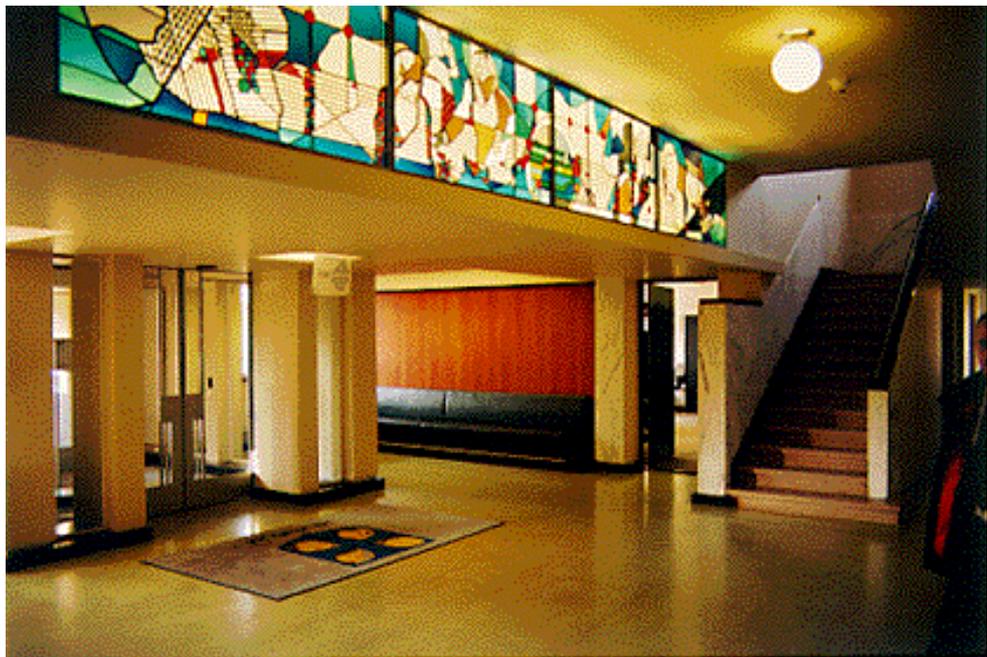


Der Umgang und das Experiment mit einer ständig wachsenden Zahl zur Verfügung stehender Baustoffe bestimmen von nun an in hohem Maße den gestalterischen Suchprozeß. Ludwig Mies van der Rohes (1886-1969) Forderung, die Form der Funktion unterzuordnen, findet bei diesem Suchprozeß allerdings nur selten Beachtung. Im zwanzigsten Jahrhundert sind neben den großen Stilströmungen (Rationalismus, Expressionismus, Traditionalismus, Neoklassizismus, organische Architektur, Konstruktivismus,

Dekonstruktivismus, Postmoderne) immer wieder Stildefinitionen kleinerer Künstler- und Architektengruppen zu beobachten [Lampugnani 1980]. So wie die holländische Gruppe *De Stijl* um den Maler Theo van Doesburg unternahm viele weitere den Versuch, das technologische Experiment mit gestalterischen Regeln, basierend auf den sozialen und gesellschaftlichen Entwicklungen der Zeit, auf einer rationalen Ebene zu verbinden.

Abbildung 17

Radhaus Hilversum von Willem Marinus Dudok



Die fortschreitende Individualisierung der Gesellschaft führt im weiteren Verlauf des zwanzigsten Jahrhunderts immer weiter weg von der Suche nach einem einheitlichen Stil und hin zu projektspezifisch technischen wie auch gestalterischen Lösungen [vergl. Kuhlmann 1993]. Besonders deutlich zu beobachten ist dies bei Unternehmen, welche als Auftraggeber in der Regel eine unternehmensspezifische Gestaltungslösung mit dem Ziel anstreben, auf der Grundlage der äußeren Erscheinung des Gebäudes Identität, Werte und Haltung des Unternehmens zu vermitteln (*Corporate Identity*).

Zusammenfassend kann von einer Individualisierung der Möglichkeiten in allen sich ergänzenden Bereichen von Gesellschaft, Planung und Fertigung (vergl. Kapitel 2.1 "Produktion", Seite 5) gesprochen werden.

Tabelle 8

Individualisierung in Gesellschaft, Planung und Produktion

Gesellschaft	Planung	Produktion
Allgemeiner Stil	Reproduzierend	Unikat
Technisches / soziales Experiment	Unikat oder Massenprodukt	Optimierend
Individuelle / bedarfsorientierte Lösung	Massenhaft produzierte Unikate	Flexibel / orientiert am individuellen Bedarf

Unter diesen Voraussetzungen steht bei der gestalterischen Bearbeitung einer Planungsaufgabe die Modellierung der Anforderungen und Ziele, sowie ihre Überleitung in raumumschreibende Gebäudeform, an zentraler Stelle. Die letztendlich gebaute physische Gestalt eines Gebäudes ist aber nicht allein Abbild dieses Modellierungsprozesses, sondern auch Ergebnis des Zusammenwirkens der verschiedensten Akteure. Die Gestaltung des Gebäudes ist ebenso ein Ausschnitt eines Problemlösungsprozesses, der sich durch die Manipulation gewaltiger Mengen an Information auszeichnet. Die heuristische Suche nach alternativen Lösungsansätzen basiert dabei typischerweise auf unvollständiger Information [Rittel 1970, Rowe 1992].

Da es sich bei der Gestaltung eines Gebäudes um eine Tätigkeit handelt, welche an zentraler Stelle das Erreichen von Zielen und Anforderungen beeinflusst, soll im weiteren auf diejenigen Faktoren eingegangen werden, welche für die Verknüpfung rationaler Ziele und Anforderungen, mit individuellen Form- und Materialvorstellung, zur Gebäudegestalt maßgeblich beteiligt sind. Dabei ist es für den Architekten erforderlich, von Anfang an eine vermittelnde Rolle einzunehmen, da er einerseits als Koordinator das Wissen der verschiedensten Fachdisziplinen in den Gestaltungsprozeß integriert, andererseits seine persönlichen gestalterischen Präferenzen sowie diejenigen des Bauherrn gegenüber den Fachdisziplinen vertritt.

3.1.1 Iterationsschritte

Wie bereits in Kapitel 2.3.1 dargestellt, wird die zur Verfügung stehende Information durch den Menschen sequentiell behandelt. Im Gegensatz zur späteren Abwicklung des Projektes, bei welcher, wie bereits geschildert, eine reduktive Unterteilung der Aufgaben erfolgt, ist der Architekt darauf angewiesen, seine Gestaltungsaufgabe basierend auf unvollständigen Informationen wahrzunehmen. Dieser Prozeß der iterativen Definition des Problems und darauf aufbauend, die Entwicklung entsprechender Lösungsvarianten, wurde im Rahmen der Entwurfstheorie seit dem Ende der fünfziger Jahre immer wieder untersucht. Es wurde der Versuch unternommen, diesen kreativen Problemlösungsprozeß in einer logischen Struktur von einander abhängiger Prozesse darzustellen.

Papamichael und Protzen [Papamichael 1993] sprechen in diesem Zusammenhang von *Thinking before Acting*, umschrieben mit einer sich iterativ wiederholenden Serie der aktiven Prozeßstadien, *Analyse*, *Synthese* und *Bewertung* [Asimow 1962, Rittel 1970, Schön 1983, Rowe 1992]. Dieses Konzept der Wahrnehmung des Entwurfsvorganges findet sich bereits in der Architekturgeschichte in Form der Projektorganisation und in pädagogischen Grundsätzen wieder, welche z.B. in Paris in der *Ecole Polytechnique* im achtzehnten und neunzehnten Jahrhundert entwickelt wurden [Egber 1980, Carlhian 1979]. Die Entwurfsarbeit der Studenten wurde dabei von den Professoren in eine strenge Abfolge einzelner Schritte unterteilt.

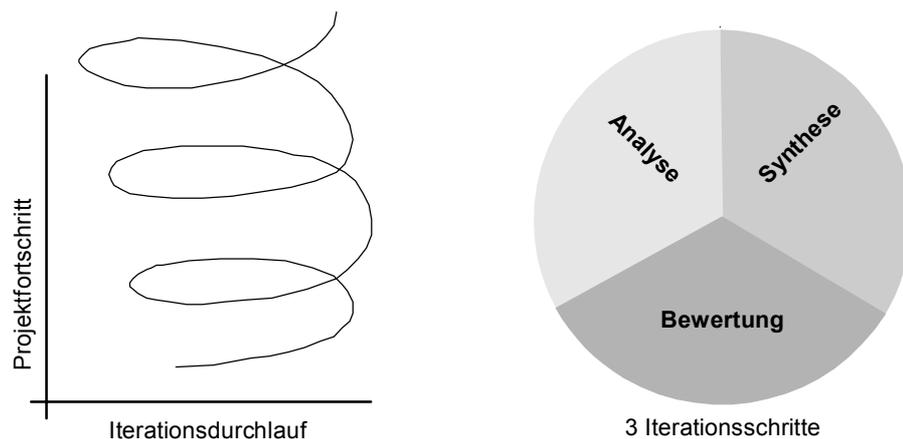
In seinem Beitrag *Introduction to Design* beschreibt Asimow [Asimow 1962] den Entwurfsprozeß in Form eines Modells. Dabei unterscheidet er zwei Strukturen des Entwurfsprozesses:

- Die vertikale Struktur, welche alle Phasen und Aktivitäten umfaßt und
- die horizontale Struktur, die einen wiederkehrenden Entscheidungsfindungszyklus in allen Phasen umfaßt.

Dabei basiert in der vertikalen Struktur die sequentielle Schritt- oder Phasenfolge auf der Beobachtung der verschiedenen Phasen: Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung, Werkplanung und Ausführung. Zusätzlich wird dabei jede Phase in Sequenzen unterteilt: Vorbereitung des Entwurfs und Entwurf von Teilsystemen. Zusammenfassend beschreibt Asimow den Entwurfsprozeß als eine Entwicklung von abstrakten Annahmen hin zu konkreten und speziellen Ergebnissen. Zahlreiche Iterationschleifen werden dabei als Darstellung der nachvollziehbaren Berücksichtigung neuer Information oder Schwierigkeiten eingeführt.

Abbildung 18

Iterativer Planungsprozeß



Die horizontale Struktur stellt Asimow als Sequenz aus Analyse, Synthese und Bewertung dar. Diesen Vorgang bezeichnet er als iterativ über die vertikalen Phasen. Ähnliche Modelle wurden in den folgenden Jahren an der Hochschule für Gestaltung in Ulm entwickelt und in der Literatur entsprechend dokumentiert [Maldonado, Bonsiepe 1964, Archer 1964, Frampton 1974]. Das von Asimow eingeführte Modell des Entwurfsprozesses findet sich strukturell in der integralen Planung wieder, welche auf dem Gedanken der vertikalen und horizontalen Integration aufbaut (vergl. Kapitel 3.2.1 "Integrale Planung", Seite 55).

Neben diesen rational und modellhaft beschreibbaren Strukturen spielen bei der Entwurfsarbeit jedoch weitere Faktoren wie Emotion, Assoziation und Intuitionen eine bedeutende Rolle. Betrachtet man die frühen konzeptionellen Phasen der Planung, so ist leicht festzustellen, daß die Vision des Projektes, beschreibbar durch Programm, Anforderungen und Ziele, zunächst wenig mit dem späteren Produkt Gebäude zu tun hat. Nicht nur die konzeptionellen

tionellen Ideen, sondern auch die Anforderungen und Programmspezifikationen verändern sich dynamisch im Sinne des Asimowschen Modells im Laufe der Projektbearbeitung. Die Einteilung des Planungsprozesses in verschiedene Phasen gemäß Asimow bzw. in inhaltlicher Erweiterung um die Phasen des Betriebs [LM95 1994] dient der genaueren Untersuchung dieser Dynamik. Dabei ist allerdings zu beachten, daß diese Phasen im Unterschied zu Asimows Darstellung nicht sequentiell aufeinander aufbauen, sondern voneinander abhängig verwoben sind. So hat z.B. die Definition und Interpretation von Anforderungen direkten Einfluß auf die Betriebsphase oder den Umbau des Gebäudes. Solange es nicht zur Ausführung der Planung kommt, ist daher das gesamte Planungsprodukt in hoher Parallelität modellierbar. Der Entwurfsprozeß, der wie bereits erwähnt das Gesamtergebnis entscheidend beeinflusst, ist daher nicht losgekoppelt einer bestimmten Phase zuzuordnen [Forgber 1997]. Für den Entwerfenden ist es möglich, bestimmte Entscheidungen und Abstimmungen mit dem Planerteam auf rationaler Ebene abzustimmen. Dazu zählen insbesondere Entscheidungen bezüglich einzelner Funktionen des Gebäudes sowie konstruktive oder auch energetische Überlegungen. Daraus resultierend läßt sich auch die Koordination der Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure bis zu einem gewissen Grad rational erfassen und beschreiben (vergl. Kapitel 2.3.1 "Multidisziplinäre Projektteams", Seite 27). Allerdings werden Planungsentscheidungen vom Entwerfenden aber auch daran gemessen, ob sie individuellen Gefühlen oder auch Assoziationen, also einer Vision des Ergebnisses, entsprechen. Diese Prozesse der Bewertung sind weitgehend unbewußt.

3.1.2 **Faktor Persönlichkeit**

Phantasie ist wichtiger als Wissen, denn Wissen ist begrenzt."

(Albert Einstein)

Das Phänomen der *Assoziation* war bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts Gegenstand theoretischer Spekulationen über den menschlichen Problemlösungsprozeß. Es wurde davon ausgegangen, daß der Mechanismus des menschlichen Lernens auf der permanenten Assoziation vieler Eindrücke beruht, welche wiederholt und in Kombination von den Sinnen wahrgenommen werden. Diese sogenannte *Assozianistische Sicht* [Rowe 1992] ist sowohl atomistisch wie auch mechanistisch. Atomistisch in dem Sinne, daß von der Elementartigkeit aller Ideen ausgegangen wurde, analog zu grundlegenden physikalischen Einheiten, welche wiederum verbunden waren, um Gedanken oder Einblicke in Probleme zu geben. Mechanistisch in der Hinsicht, daß einfache Regeln der Abhängigkeiten, basierend auf den atomartigen Strukturen der physischen Welt, dazu benutzt wurden, die Assoziation von Elementen und Ideen als gedankenbildend darzustellen [Newell 1967].

Dieses mechanistische Modell assoziativer Vorgänge wurde ergänzt und erweitert durch verschiedene Strömungen. Die *Würzburger Schule* unter Kulpe, Ach und Bühler entwickelte ein Modell, das davon ausging, daß komplexe Tätigkeiten wie das Übersetzen von Sprache oder Kopfrechnen zu Ergebnissen führen, ohne einer begleitenden bildlichen Darstellung der Problemgegenstände. Anstelle der Assoziation von Ideen wurde die Aufgabenstellung als kontrollierender Mechanismus des Problemlösungsverhaltens angesehen [Humphrey 1963]. Ein weiterer wichtiger Beitrag zum Verständnis des menschlichen Denkens entstand durch die sogenannte *Gestalt Bewegung* in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts mit einer Arbeit über visuelle Wahrnehmung [Köhler 1929, Wertheimer 1945]. In Bezug auf das Entwerfen ist an dieser Arbeit wichtig, daß darin die Doktrin der mechanistischen Assoziation abgelehnt wurde. Jedoch wurde der Schwerpunkt der phänomenologischen Observation von äußeren Einflüssen, welche das Problemlösungsverhalten stimulieren, beibehalten. Die Idee ganzheitlicher Prinzipien der Informationsorganisation, dargestellt mit dem Konzept des Gestaltens, ersetzt so die mechanistische Sicht früherer Modelle.

Für die weiteren Betrachtungen ist die Erkenntnis, daß der assoziative Prozeß an die Persönlichkeitsstruktur eines Individuums gekoppelt ist, von großer Bedeutung. Die assoziative Verknüpfung der Problemstellung mit vergleichbaren Problemstellungen der Vergangenheit und einer damit verbundenen Ableitung eines modifizierten Lösungsansatzes erschließt einen weitaus größeren Lösungsraum als eine rein analytisch, heuristische Vorgehensweise. Assoziation erlaubt daher die Verbindung von Lösungsansätzen aus den unterschiedlichsten Problemfeldern. Beispielsweise kann bei der Suche nach einem geeigneten Konstruktionsprinzip für ein Gebäude der Lösungsansatz aus dem Gebiet der Pflanzenbiologie oder völlig anderen Bereichen entstammen, wie im Fall der Oper von Sydney aus der Verschmelzung des Konstruktionsprinzips (Halbschalen) mit der Metapher des Segels.

Intuition ist dabei ein noch weniger faßbares Phänomen, welches ohne erkennbare Regeln und ohne diskursive Vorgehensweise zu spontanen Ergebnissen führt. Die im Zusammenhang mit Intuitionen entstehenden Lösungsansätze sind allerdings oft von äußerst hoher Qualität. Intuition ist wie Assoziation ein in höchstem Maße individueller Vorgang, und damit im Ergebnis weder erklärbar noch nachvollziehbar. Um zu individuellen Lösungsansätzen zu finden ist es daher erforderlich, Formen der Zusammenarbeit der an einem Projekt beteiligten Akteure zu finden und zu unterstützen, welche die Erschließung dieser individuellen Potentiale zulassen.

Horst Rittel spricht in diesem Zusammenhang von der notwendigen Befähigung der Planer, durch entsprechende Schulung den strategischen Kontext ihrer Probleme zu erkennen und darin entsprechend zu agieren [Rittel 1972]. Die Beherrschung sogenannter Sozialtechniken und der Teamarbeit (vergl. Kapitel 2.3.2 "Soziale Faktoren der Zusammenarbeit", Seite 30) sind

Abbildung 19 Oper Sydney von Jorn Utzon



wichtige Voraussetzungen für die Kombination individueller Fähigkeiten, Vorstellungen und Emotionen mit den rationalen Abhängigkeiten des eigenen Handelns von demjenigen anderer Planungsbeteiligter. Diese Forderung wird von Papamichael und Protzen [Papamichael 1993] als *Feeling and Thinking while Acting* beschrieben bzw. von [Simmons 1988] als die notwendige Kombination von assoziativem und kausalem Denken. Die die Planungsarbeit unterstützenden Technologien sollten diese Untergliederung der Anforderungen entsprechend berücksichtigen (vergl. Kapitel 3.3.2 "Zielsetzung Kooperationsmodell", Seite 74).

3.1.3 Rahmenbedingungen

Die Darstellung grundlegender Charakteristika des Entwerfens hat also gezeigt, daß die *Persönlichkeit* des Entwerfenden sowie der *Grad seiner Einbindung in den Kontext* der Problemstellung (Planungsaufgabe) einen entscheidenden Einfluß auf das Ergebnis hat. Beide Faktoren verdienen gleichermaßen Beachtung.

Die Persönlichkeit des Entwerfenden und seine gestalterische Handschrift wird explizit vom Bauherrn gewünscht (z.B. durch einen direkten Auftrag oder im Kontext z.B. einer Wettbewerbsentscheidung). In der vorliegenden Arbeit wird allerdings davon ausgegangen, daß der Faktor Persönlichkeit durch die Problemlösungsumgebung maßgeblich unterstützt werden kann. Dabei soll explizit nicht nur auf diejenige Instanz eingegangen werden, welche letzten Endes die physische Gestalt des Planungsobjektes modelliert (Architekt), sondern auf alle Akteure, welche mit ihren Beiträgen in Teilbereichen auf den Entwicklungsverlauf des Projektes Einfluß nehmen. Damit soll auch nochmals verdeutlicht werden, daß die gestalterischen Entscheidun-

gen des Architekten vom Kontext, in welchem sie getroffen werden, nicht zu trennen sind. Der Architekt modelliert also die grundlegenden Anforderungen an das Projekt unter gestalterischen Gesichtspunkten. Der Grad der Einbindung der Planungsbeteiligten in diesen Prozeß kann in diesem Zusammenhang als skalierbar mit dem Austausch von Information, mit Kommunikation und Kooperation beschrieben werden.

Die Rahmenbedingungen hierfür ergeben sich aus der *Projektstruktur* (Organisation des Ablaufs und der Zusammenarbeit der beteiligten Akteure) und der *Umgebung zur Projektbearbeitung* (technische Voraussetzungen zur inhaltlichen Arbeit). Die Projektstruktur kann dabei auf der Grundlage eines allgemeinen Planungs- oder Vorgehensmodells beschrieben werden. Im weiteren werden verschiedene methodische Ansätze vorgestellt und diskutiert, welche den komplexen Charakter von Bauplanungsaufgaben berücksichtigen.

3.2 Planungsmethoden

Wer kommunizieren will darf wenig informieren

Vilém Flusser

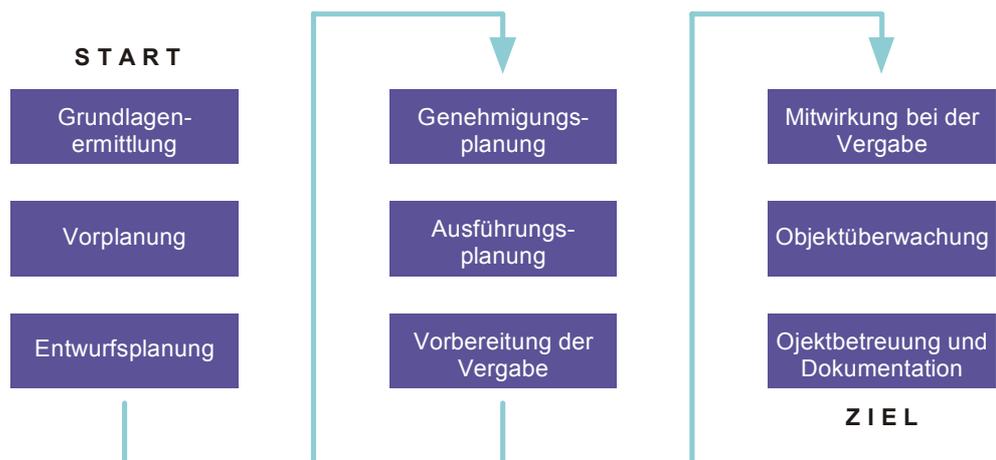
Die Rahmenbedingungen der Zusammenarbeit aller an einem Planungsprozeß Beteiligten werden von den gewohnten Arbeitsstrukturen der beteiligten Unternehmen, den projektspezifischen Bedingungen, sowie der koordinierenden Instanz (z.B. Architekt, Projektsteuerer oder Generalunternehmer) bestimmt. Ohne eine bewußt angewandte, explizit und modellhaft beschriebene Vorgehensweise wird dabei auf gewohnte und bewährte Formen der Zusammenarbeit zurückgegriffen.

Die Umsetzung einer anforderungs- und teamorientierten Planung erfordert allerdings die Beachtung von Spielregeln und Verhaltensweisen. Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit verschiedenen Ansätzen, diese Spielregeln zur Vorgehensweise in Methoden zu überführen, sowie den Möglichkeiten der Anwendung dieser Methoden.

*Regelung durch
Restriktion*

Die Definition einer Methode umfaßt dabei neben der Anleitung zur Handlungsweise eine klare Analyse bestehender Restriktionsmechanismen, welche bei der Umsetzung in realen Planungssituationen beachtet werden müssen. Unter *Restriktionen* werden in diesem Zusammenhang Rahmenbedingungen verstanden, welche eine gewisse Handlungs- und Vorgehensweise entweder vorschreiben, oder in der Konsequenz herbeiführen. Um die Wirkungsweise restriktiver Mechanismen zu erläutern, soll dabei als Beispiel auf die derzeit gültige *Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)* verwiesen werden, welche die Projektstruktur sowie die Handlungsweise der Planungsbeteiligten stark beeinflusst [HOAI 1996].

Abbildung 20 Sequentielle Phaseneinteilung nach HOIA

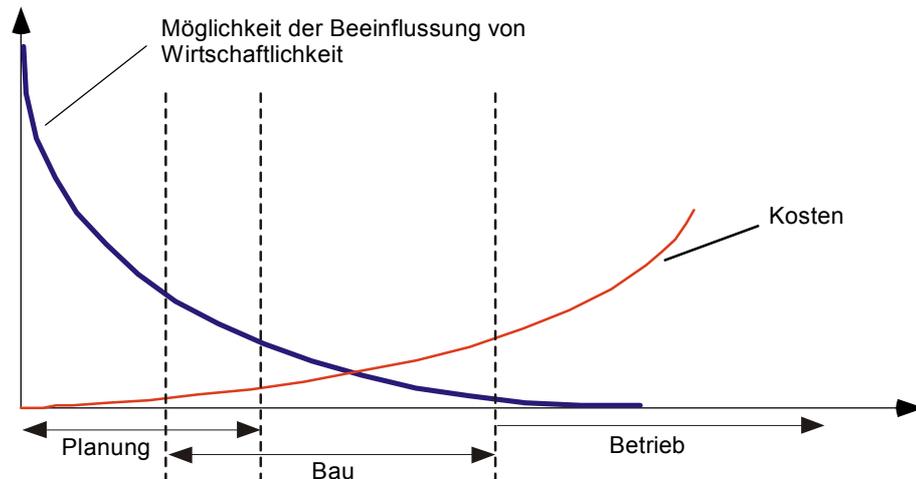


Gerade die Phasenunterteilung der *HOAI* hat die Entkoppelung miteinander in Beziehung stehender Tätigkeiten ursächlich zur Folge. Dies wird besonders deutlich bei der Betrachtung der Phase eins, *HOAI: Grundlagenermittlung*. Der Kreis der Planungsbeteiligten ist dabei üblicherweise auf den Bauherrn oder Investor und den Architekten oder Projektentwickler begrenzt. Nutzer (in vielen Fällen nicht identisch mit dem Bauherrn), Fachplaner und andere Akteure, die in Bezug auf die spezifische Planungssituation mit Fachwissen zur Grundlagenermittlung beitragen könnten, sind in der Regel (noch) nicht beteiligt. Erst in fortgeschrittenen Phasen erfolgt die sukzessive Integration weiterer Planungsbeteiligter über die Vergabe von Fachplanermandaten, wobei allerdings von einer ganzheitlichen, am *Lebenszyklus* des Gebäudes ausgerichteten Projektbearbeitung nicht mehr gesprochen werden kann. Die *HOAI* Phaseneinteilung steuert so den Verlauf des Projektes und wirkt damit als Rahmenbedingung restriktiv.

Betrachtet man aber die Konsequenzen planerischer Entscheide, so wird schnell deutlich, daß gerade in den frühen Phasen Entscheidungen getroffen werden, welche den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes maßgeblich beeinflussen. So wird z.B. die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes durch strukturelle Entscheidungen in den frühen Phasen bestimmt, die eigentlichen Kosten entstehen aber erst nach Abschluß der Planung im Betrieb. Eine wesentlich stärkere Kopplung der verschiedenen Lebenszyklusphasen des Gebäudes ist daher erforderlich, welche in der Umsetzung allerdings nur durch Veränderung dieser den Planungsverlauf beeinflussenden *Restriktionen* erreicht werden kann.

Die weitere Betrachtung der mit der *HOAI* vorgegebene Vorgehensweise, welche in der Literatur häufig auch als sequentiell bezeichnet wird, macht deutlich, daß dieser Restriktionsmechanismus einer erforderlichen Rückkopplung planerischer Entscheide entgegen wirkt. In der Praxis erfolgt daher die Bewertung strukturbildender Planungsentscheide in den frühen Phasen durch wenige Planungsbeteiligte und in sehr kurzer Zeit.

Abbildung 21 **Einflußmöglichkeit auf die Kosten**



Da sich der Lösungsfindungsprozeß, in Abbildung 22 unterteilt in die Schritte *Gestaltung*, *Selektion* und *Retention*, aber gerade dadurch auszeichnet, daß in der Phase der *Retention*, also dem Erkennen der von einer bestimmten Maßnahme verursachten Konsequenzen, der Schlüssel eines verbesserten Lösungsansatzes für dasselbe Problem liegt, ist es erforderlich, diejenigen an diesem Erkenntnisprozeß zu beteiligen, welche von den Konsequenzen betroffen sind. Die Zusammenarbeit der Planungsbeteiligten konzentriert sich dabei über den Lösungszyklus auf die Teilschritte Erzeugung (in der Phase der Gestaltung) und Reduktion (in der Phase der Retention) von Varietät. Dabei spielt in beiden Phasen das Zusammenspiel der unterschiedlichen Bewertungskriterien der Beteiligten eine tragende Rolle. Objektive oder absolute Kriterien, welche die Aussagen der beteiligten Akteure überschreiben könnten, gibt es dabei nur in Form übergeordneter *Restriktionen* wie z.B. den allgemeinen rechtlichen Rahmenbedingungen bzw. den physikalischen Grenzen der Konstruktion. Daraus abgeleitet ergibt

Abbildung 22 **Lösungsfindungsprozeß in Anlehnung an Ortmann**



sich die Anforderung, Lösungen möglichst lange offen zu halten, um so den zur Verfügung stehenden Lösungsraum zu vergrößern. In der vom Schweizerischen Verband für Ingenieure und Architekten (*SIA*) 1995 herausgegebenen Leistungsmodell 95, einem Leitfaden für teamorientiertes Planen, wird diese Anforderung mit der Notwendigkeit zur Erhaltung des Freiheitsgrades umschrieben [LM95 1994]. Danach zeichnet sich die konventionelle Vorgehensweisen dadurch aus, daß durch die mangelnde Beteiligung einer Vielzahl von Betroffenen der planerischen Grundlagenentscheide eine vorzeitige Einschränkung des Lösungsraumes erfolgt. Gerade in den frühen

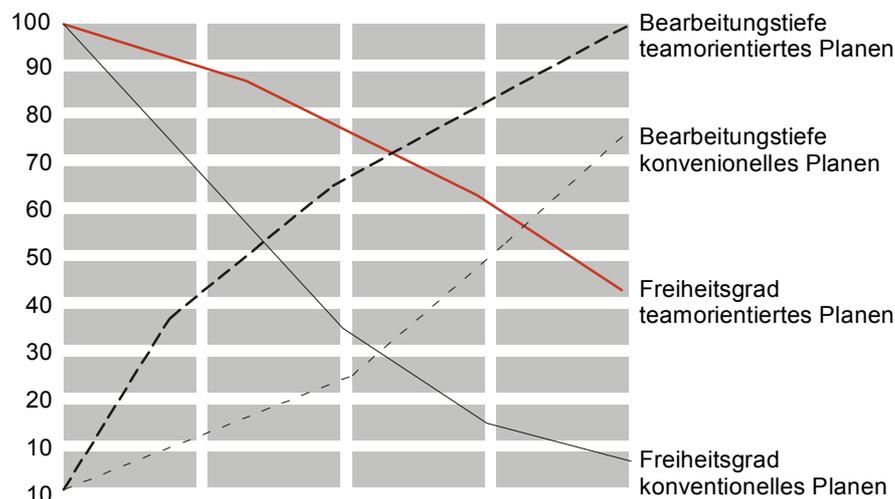
Phasen einer Planung werden Entscheidungen getroffen (z.B. Umnutzung vs. Neubau, Konstruktionsprinzip des Gebäudes, Orientierung), welche typischerweise in weiteren Phasen nicht mehr reversibel sind. Nur durch eine intensive Beteiligung aller Betroffenen in diesen frühen Phasen kann auf diesen Sachverhalt entsprechend reagiert werden. Zusammengefaßt kann also von der Notwendigkeit einer Rückkoppelung über die verschiedenen Phasen des Gebäudelebenszyklus gesprochen werden, sowie von einer notwendigen stärkeren Rückkopplung der beteiligten Planer im Prozeß.

Lösungsansatz
Teamarbeit

Dies erfordert eine teamorientierte Vorgehensweise, wobei der erforderliche zeitliche Mehraufwand zugunsten einer ganzheitlichen Vorgehensweise unterstrichen werden muß. Dieser Mehraufwand wirkt sich allerdings günstig auf die weiteren Phasen aus; erhöhte Kosten eines planerischen Mehraufwandes lassen sich durchaus den dadurch verminderten Kosten im Betrieb gegenüberstellen (vergl. Abbildung 23 [LM95 1994]).

Abbildung 23

Bearbeitungstiefe und planerische Freiheit



Durch eine teamorientierte Vorgehensweise wird allerdings auch ein höheres Maß an planerischer Transparenz gewährleistet, welche wiederum zu einer größeren Bearbeitungstiefe führen kann. In der LM95 wird daher explizit auf die Notwendigkeit hingewiesen, bereits zu Planungsbeginn das Planungsteam zu bilden, in welchem Planer, Bauherr und Nutzervertreter eng zusammenarbeiten. Gegenstand der Zusammenarbeit ist dabei z.B. die Erarbeitung eines Projektpflichtenheftes nach LM95. Dabei ist das *Pflichtenheft* ein Arbeitsinstrument, in welchem alle relevanten Themenkreise des Projektes behandelt werden. Es reflektiert die konzeptionellen Grundüberlegungen bezüglich des Gebäudes in Form von Vorgaben und Zielwerten. Der klar strukturierte Aufbau des Pflichtenheftes vermittelt dabei allen Beteiligten eine projektumfassende Übersicht. Diese breite Informationsbasis ist gleichzeitig Grundlage und Erfolgskontrolle für eine teamorientierte Bauplanung. Projektziele und Randbedingungen werden durch klar formulierte Vorgaben für alle Beteiligten konkretisiert.

Dieser in der *LM95* benannte Strukturierungsansatz der frühen Phasen der Planung, in Verbindung mit einem teamorientierten Ansatz bei der Zusammenarbeit, tritt in verschiedenen Modellen einer teamorientierten, integrierenden Vorgehensweise als vergleichbares Integrationsprinzip auf. Außerhalb des Planens und Bauens sei in diesem Zusammenhang auf die Techniken des *Concurrent Engineering* verwiesen, einer Fertigungsmethode, welche, ursprünglich aus der Produktentwicklung in der Serienfertigung kommend, mittlerweile erfolgreich in der Unikatfertigung (z.B. Anlagen-, Schiffs- und Sondermaschinenbau) eingesetzt wird [Kuhlmann 1993]. Vergleichbar mit den Problemstellungen im Planen und Bauen zeichnet sich der Ansatz des *Concurrent Engineering* durch eine projektorientierte Vorgehensweise, flexiblere Kommunikationsmuster und hohe Anforderungen an die Bandbreite und die Qualität der zu kommunizierenden Arbeitsinhalte aus [de Graaf 1994, Haug 1993].

In den weiteren Kapiteln werden die im Bauwesen am weitesten bekannten Methoden vorgestellt. Wichtige Instrumente zur Umsetzung dieser Methoden und damit auch zur Realisierung einer teamorientierten Zusammenarbeit finden sich im *Leitfaden für das Planen und Bauen* von Jürgen Wiegand [Wiegand 1995]. Hierzu zählen insbesondere die ABC-Analyse, Brainstorming, die Delphi-Methode oder der morphologische Kasten. Allerdings sei in diesem Zusammenhang darauf verwiesen, daß sich definierte Methoden in der praktischen Anwendung häufig mit auf den projektspezifischen Begebenheiten beruhenden Vorgehensweisen vermischen. Die bereits diskutierten Restriktionen, welche zur Umsetzung eines teamorientierten Ansatzes definiert und umgesetzt werden müssen (Anforderungsdefinition in frühen Phasen durch das Planerteam, Dokumentation im Pflichtenheft etc.), erfordern daher eine jeweilige Anpassung an die individuelle Situation [vergl. Börs 1999, UBS-Suglio 1996, SBG 1992]. Die Erwartung der Anwendung einer reinen Methode muß somit in der Praxis dahingehend korrigiert werden, daß es zu einer Vermischung unterschiedlicher Ansätze kommt.

3.2.1 *Integrale Planung*

Die *integrale Planung* ist eine *Planungsphilosophie* mit methodischem Ansatz und geht grundsätzlich von der Betrachtung des gesamten Gebäudelebenszyklusses aus. Im Gegensatz zur traditionellen Vorgehensweise werden dabei Teilprobleme nicht sequentiell und isoliert betrachtet, sondern in den Kontext des Gesamtprojektes gestellt. Dies erfordert einen umfassenden Vernetzungsansatz sowohl bei der Definition von Projektzielen und Anforderungen (vergl. Abhandlungen zur baubezogenen Bedarfsplanung von R. Kuchenmüller [Kuchenmüller 1997a, Kuchenmüller 1997b]), als auch in der Zusammenarbeit der beteiligten Akteure. In diesem Zusammenhang wird die integrale Planung auch als demokratische Organisationsform bezeichnet [Suter 1986], wobei im Entscheidungsprozeß der Konsens der beteiligten Akteure auf der Basis von Fachkompetenz, klassisch hierarchi-

sche Strukturen ersetzt. Zusammengefaßt liegt der Fokus der integralen Planung auf den folgenden Punkten:

- Betrachtung des gesamten Gebäudelebenszyklus. Durch die Verknüpfung von Planung, Ausführung und Nutzung verändert sich die Planungsleistung an sich.
- Planung basierend auf der systematischen Definition von Anforderungen. Die Investition von Kosten (mehr Beteiligte) und Zeit (Vorbereitung der Planung) in den frühen Planungsphasen führt zu einer erheblichen Verbesserung des Gesamtergebnisses.
- Kooperative Planung, wobei nur das Team den Anforderungen einer integralen Vorgehensweise gerecht werden kann.

Im Vergleich zur klassischen Vorgehensweise, welcher von einem reduktivistischen Denkansatz ausgehend deterministische Lösungsmodelle zugrunde liegen, basiert die integrale Planung auf einem ganzheitlichen bzw. *systemischen Denkansatz* (vergl. Kapitel 2.2 "Daten, Information, Wissen: Grundlagen des Denkens", Seite 13). Deutlich hervorzuheben ist dabei die Tatsache, daß bei der *integralen Planung* als systemischem Denkansatz nicht objektiv richtige und absolut gültige Lösungen verfolgt werden, sondern vielmehr eine nachhaltige Unterstützung der individuellen Problemsituation verfolgt wird, welche wiederum zur Erzielung eines entsprechend individuellen Ergebnisses führt [vergl. Rittel 1970, Asimow 1962]. Vor dem Hintergrund der ständig zunehmenden Komplexität von Bauaufgaben (Nutzung, Kosten, energetische Optimierung etc.), verlagert sich dabei z.B. die Rolle des Architekten von der reinen Vorgabe formaler Richtlinien hin zu einer moderierenden Tätigkeit, bei welcher das ästhetisch gestalterische Konzept im Kontext der Gesamtzusammenhänge entwickelt und verfeinert wird.

Das dazu erforderliche hohe Maß an Abstimmung der Planungspartner umfaßt dabei insbesondere die gemeinsame Entwicklung von Anforderungen an das Planungsergebnis, sowie die Bestimmung der zu erreichenden Meilensteine innerhalb der einzelnen Planungsphasen und ist Bestandteil einer notwendigen Strukturierung der Aufgabenstellung. Unter Anforderungen sind in diesem Zusammenhang nicht nur Raumprogramm, Kostenrahmen, Grundstück und rechtliche Grundlagen zu verstehen, sondern auch Zielgrößen, welche sich auf den Lebenszyklus des Gebäudes beziehen, also Energie, Stoffflüsse, Kosten für Unterhalt und Betrieb (Facility Management) etc.. Auch spielen Anforderungen, welche sich auf die Kooperation der Planungsbeteiligten untereinander beziehen, während des gesamten Planungszeitraumes eine zentrale Rolle.

Ein besonderes Element der Planung im integralen Planerteam ist der Anspruch der beteiligten Fachspezialisten, gemeinsam ein besseres Ganzes zu schaffen. Nicht die bewährte Standardlösung ist das Ziel, sondern

die Integration von neuen, innovativen Techniken und Funktionen. Im weitesten Sinn ist daher auch rechnerunterstütztes Arbeiten in Bezug auf die verwendeten Werkzeuge und den Informationsaustausch (integrierte Kommunikation) eine nur logische Weiterentwicklung des integralen Planungsansatzes (vergl. Kapitel 4.2.2 "Technologisch: Computerbasierte Kooperation", Seite 105).

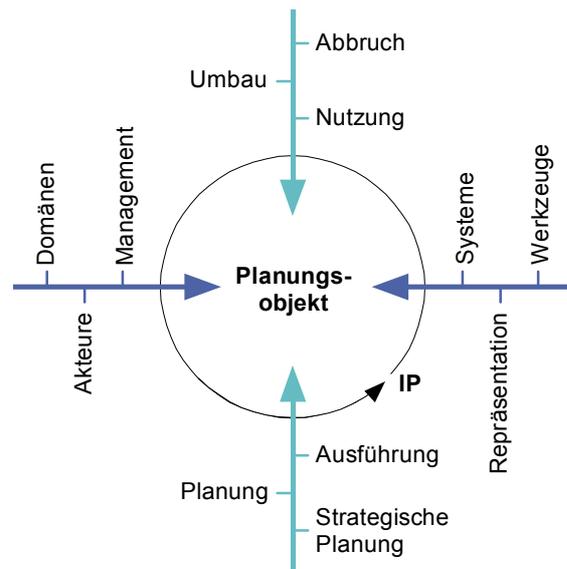
Vertikale und horizontale Integration

Der Integrationsgedanke als Grundlage der Projektbearbeitung untergliedert sich bei der integralen Planung in die Bereiche der horizontalen- und vertikalen Integration [Hovestadt 1998, Kohler 1996, Stulz 1993]. Bei der *horizontalen Integration* steht die Verknüpfung zweier Problembereiche im Mittelpunkt der Betrachtungen. Zum einen erfordert die Überwindung der typischerweise sequentiellen Vorgehensweise durch das Team und damit eine Steigerung der Effektivität einzelner Iterationszyklen (vergl. Kapitel 3.1.1 "Iterationsschritte", Seite 46) einen veränderten methodischen Ansatz bei der Zusammenarbeit, zum anderen spielen die bei der Umsetzung eingesetzten technischen Mittel eine zunehmende Rolle. Bezogen auf eine beliebige Planungsphase kann diese Notwendigkeit folgendermaßen beschrieben werden: Um eine Abstimmung der beteiligten Akteure domänenübergreifend zu gewährleisten, müssen, aufbauend auf den globalen Projektzielen, die Teilziele in den verschiedenen Fachdomänen des Planungsprojektes definiert und mit denjenigen der anderen Domänen abgestimmt werden. Dies erfordert eine kontinuierliche Moderationsleistung einer Instanz, welche in erster Linie die Kommunikation und die Zusammenarbeit der Akteure unterstützt bzw. fördert. Diese methodische Unterstützung der Planungsaktivitäten erfolgt dabei nicht durch ein klassisches Projektmanagement, sondern immer häufiger durch externe Instanzen (Berater, Dienstleister), welche nicht inhaltlich am Projekt mitarbeiten [Intep 1998]. Neben den methodischen Grundlagen zur Umsetzung dieser Moderationsleistung spielt aber die Integration der sie unterstützenden technischen Systeme und Werkzeuge eine genauso wichtige Rolle. Ohne gemeinsame Arbeitsgrundlagen und einem flüssigen Austausch der Informationen läßt sich eine wirkliche Kooperation, oft über weite räumliche Distanzen, nur sehr schwer realisieren (vergl. Kapitel 3.3 "Der Vernetzungsansatz INTESOL", Seite 70).

Mit der *vertikalen Integration* wird in der integralen Planung ein Themenbereich angesprochen, welcher in der konventionellen Planung bisher nur wenig Beachtung fand. Gerade bei der Definition von Anforderungen an das Planungsergebnis spielen bei der *integralen Planung* alle Phasen eines Gebäudes, also der gesamte Lebenszyklus, eine zentrale Rolle [Kohler 1996]. Während sich in der klassischen Vorgehensweise die Definition von Phasen nach HOAI bezeichnenderweise nur auf die Planung und den Bau eines Gebäudes erstreckt, wird in der *integralen Planung* die Nutzung, der Umbau und der Abriß eines Gebäudes in die Phasendefinition mit eingeschlossen. Dabei ist die Anzahl oder Bezeichnungsart der Phasen weniger entscheidend (vergl. LM95 1994, Kohler 1996). Wichtig ist die erweiterte Sicht bei allen planerischen Entscheidungen, also die Notwendigkeit zur

Wahrnehmung der Konsequenz planerischer Entscheide auf die nachfolgenden Phasen. Eine Unterstützung der phasenübergreifenden Integration erfordert aber, wie bei der horizontalen Integration, eine Erweiterung der technischen Grundlagen mit dem Ziel, Informationen über die verschiedenen Phasen fortzuschreiben. So ist es erforderlich, Informationen (z.B. CAD-CAM Ketten) aus den Planungsphasen in die Ausführungs- und Betriebsphasen (Gebäudebewirtschaftung, Umnutzung und Demontage) zu übertragen.

Abbildung 24 **Vertikale und horizontale Integration**



Umsetzung der integralen Planung

Bis heute hat sich der integrale Planungsansatz in vielen Projekten bewährt. Als Resultat des Planungsprozesses im Team entstehen Gesamtlösungen, die sich im Vergleich mit herkömmlich geplanten Gebäuden deutlich abheben: Geringerer Energieverbrauch, niedrigere Kosten für Unterhalt und Betrieb, geringere Umweltbelastung, natürliches Raumklima sowie die Flexibilität für Nutzungsänderungen sind wichtige Qualitätskriterien.

Die für eine Umsetzung der integralen Planung erforderliche Definition von Restriktionen ist besonders anschaulich am Beispiel des Verwaltungsgebäudes *Suglio* der *Union Bank of Switzerland (UBS)* bei Lugano zu verfolgen [UBS-Suglio 1996, SBG 1992]. Bei diesem Projekt wurden durch den Bauherrn, neben einer detaillierten Beschreibung des gewünschten Produktes *Gebäude* (Spezifikation der Raumqualitäten, verwendete Materialien etc.), eine umfangreiche Definition von Formalzielen (vergl. Kapitel 3.2.2 "Wertanalyse", Seite 65) unternommen (möglichst geringer Energieverbrauch, geringer Ressourcenverbrauch im Betrieb, geringe Betriebskosten etc.), deren Erfüllung eine integrale Vorgehensweise des Planerteams implizierte und im Ergebnis z.B. die Reduktion des Energieverbrauches des Gebäudes im Betrieb um über 80% zur Folge hatte. Wie am Beispiel des Projektes *Suglio*, aber auch an anderen Projekten deutlich wurde [Börs 1999], ist die erfolgreiche Umsetzung der *integralen Planung* an die Einführung von entsprechenden *Restriktionen* (Regeln, welche die Vorgehens-

weise des Planerteams festlegen) und die behutsame Formalisierung der Zusammenarbeit gekoppelt. Neben anderen Instrumenten zur Unterstützung einer strukturierten Vorgehensweise in der Planung (z.B. der in England gebräuchliche *Plan of Work* [RIBA 1996]) eignet sich das bereits erwähnte *Pflichtenheft* nach LM95 besonders gut, die horizontale und vertikale Integration auf formaler Ebene zu unterstützen. Dabei ist der strukturierende Charakter dieses Instruments maßgeblich und der Begriff *Pflichtenheft*, welcher auf das Vorhandensein einer Arbeitsanleitung in Printform schließen läßt, eher irreführend.

Als projektbegleitendes Instrument ist das *Pflichtenheft* dabei auf eine laufende Anpassung durch das Planerteam angewiesen und daher auch ein Produkt der Teamarbeit. Vor einer näheren Betrachtung der strukturierenden Möglichkeiten des *Pflichtenheftes* soll allerdings nochmals darauf hingewiesen werden, daß die Einführung eines *Pflichtenheftes* und damit die Einführung eines die integrale Planungsweise unterstützenden Instrumentes als *Restriktion* bereits vor dem eigentlichen Projektbeginn festgelegt werden muß. Diese Festlegung kann allerdings nur durch den Bauherrn bzw. durch seinen Vertreter (Architekt, Projektentwickler etc.) in den frühen Phasen erfolgen. Damit wird nochmals deutlich, daß die *integrale Planung* kein Zufallsprodukt sein kann bzw. durch einzelne Planer, welche sich als integrale Planer bezeichnen, auch nicht umgesetzt werden kann.

Aufgrund des umfassenden Charakters des *Pflichtenheftes* empfiehlt die LM95, für die Erarbeitung einen erfahrenen Moderator oder eine erfahrene Moderatorin hinzuzuziehen. Wie bereits erwähnt ist es darüber hinaus denkbar und wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit auch empfohlen, diese Moderatorenrolle generell mit dem grundlegenden Anspruch der Realisierung einer integralen Vorgehensweise zu beauftragen.

Tabelle 9

Aufbau eines Pflichtenheftes

Element	Maßnahme
Ausgangslage	<p>Grundlagen: Allgemeine Projektgrundlagen wie Standort, Flächen, Nutzungen, raumplanerische und rechtliche Randbedingungen.</p> <p>Ziele: Generelle Zielsetzungen und Anforderungen des Bauherrn.</p> <p>Organisation: Aussagen zur Projektorganisation z.B. als Organigramm des Projektteams.</p>
Qualitätsmanagement	<p>Qualitätsziele: Definition der Gebrauchstauglichkeit des Objektes (Funktionen, Flexibilität), Kosten (Investition und Betrieb), Termine etc.</p> <p>QM-Vorgaben: Definition der Anforderungen des Auftraggebers an das Qualitätsmanagement und Identifikation von Qualitätsschwerpunkten.</p> <p>QM-Plan: Konkretisierung der Anforderungen in den Qualitätsschwerpunkten, Festlegen von Abläufen, Nahtstellen und Verantwortlichkeiten.</p>

Tabelle 9 **Aufbau eines Pflichtenheftes**

Element	Maßnahme
Vorgaben	<p>Allgemeine Vorgaben: Raumplanerische und rechtliche Vorgaben, objektspezifische Vorgaben gemäß Energie/Ökoleitbild oder Unternehmensleitbild (falls vorhanden), Definition von Handlungszielen.</p> <p>Vorgaben für Benutzer und Betreiber: Interne Lasten, Betriebszeiten, Mobiliarbewirtschaftung, Entsorgung, Reinigung usw. Für komplexe Problemstellungen (z.B. Reinigung) werden nur Rahmenbedingungen vorgegeben, welche in den entsprechenden Konzepten gelöst werden müssen.</p> <p>Vorgaben für den Architekten: Anforderungen betreffend Wärmeschutz (Winter und Sommer), Sonnenschutz, Tageslichtnutzung (Beleuchtung), Umgebungsgestaltung (Entwässerungs- und Grünkonzept). Optimierung der räumlichen Eingliederung der Technik und ökologische Aspekte bei der Materialwahl sind hier klar umschrieben.</p> <p>Vorgaben für den Bauingenieur: Vorgaben im Bereich graue Energie und Ökologie. Vorgaben von thermisch wirksamen Speichermassen, Deckengestaltung usw.</p> <p>Vorgaben für den HLK-Planer: Zielvorstellungen und Anforderungen im Bereich Energieversorgung und -verbrauch, Betriebskosten, Energieverteilung, Wasserbewirtschaftung, Entsorgung, Sicherheit und Ökologie in der Gebäudetechnik. Diese bilden die Basis für die zu erstellenden Konzepte.</p> <p>Vorgaben für den Spezialanlagenplaner: Vorgaben und Zielwerte für Spezialanlagen wie Shredder, Küchen, Beförderungsanlagen usw.</p> <p>Anforderung an die Arbeitsplätze: In einer Übersichtsmatrix werden die Arbeitsplätze bezüglich verschiedener Kriterien (z.B. natürliche Lüftung, Sicht nach Außen, Raumakustik, Privatsphäre usw.) charakterisiert.</p>
Hilfsmittel	<p>Methodische Hilfsmittel: Berechnungsmethoden, Ziel- und Kennwerte sind möglichst aus allgemein anerkannten Publikationen zu entnehmen (wie z.B. die SIA-Empfehlung 380/4 (Elektrische Energie im Hochbau), welche sämtliche Verbrauchergruppen abdeckt). Um den integralen Charakter des Pflichtenheftes zu unterstützen ist es naheliegend, Hilfsmittel einzusetzen, welche ebenfalls integral aufgebaut sind.</p> <p>Technische Hilfsmittel: Der technischen Unterstützung der integralen Vorgehensweise (Informationsaustausch, Kommunikation) kommt ebenfalls große Bedeutung zu, da hierdurch eine engere Zusammenarbeit der Planungsbeteiligten auf der inhaltlichen Ebene und über räumliche Distanz überhaupt erst ermöglicht wird.</p>

Die Moderatorenrolle ist in diesem Zusammenhang nicht nur als Katalysator bei den oft kontroversen Diskussionen des Planerteams gedacht, sondern steht auch als Garant für die Ruhe und Konstanz bei der Projektbearbeitung. Auch das *Pflichtenheft* wird auf der Grundlage der Arbeitsergebnisse des Teams vom Moderator oder der Moderatorin fortgeschrieben. Über den Verlauf des Projektes ist das *Pflichtenheft* einem permanenten Wandel

unterworfen, setzt sich aber initial aus den Elementen *Beschreibung der Ausgangslage*, *Qualitätsmanagement*, den *Vorgaben* und der *Benennung der Hilfsmittel* zusammen. Nachfolgende Tabelle stellt die Zuordnung einzelner Maßnahmen zu diesen Elementen dar, wobei über die Beschreibung der LM95 hinaus zusätzliche Aspekte der Technologieunterstützung dem Element *Hilfsmittel* hinzugefügt sind. Das *Pflichtenheft* bildet als wichtiges strategisches Instrument des Projektteams die Grundlage der Projektorganisation und spiegelt bei konsequenter Anwendung den Planungs- und Baufortschritt wieder. Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick auf die Entwicklung und den spezifischen Charakter des Pflichtenheftes in den unterschiedlichen Projektphasen. Die Darstellung basiert auf der Phaseneinteilung des Schweizerischen SIA, welche im Gegensatz zur Deutschen HOAI auch die Nutzungsphasen des Gebäudes umfaßt.

Tabelle 10 **Das Pflichtenheft im Planungs- und Baufortschritt**

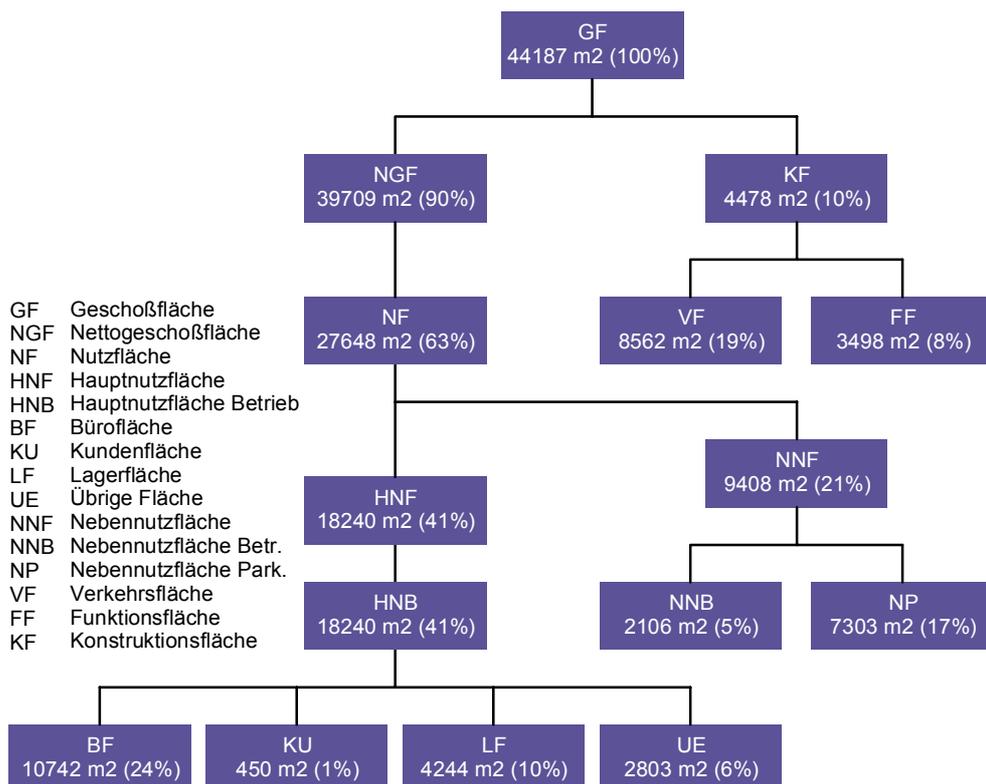
Phase nach LM95	Maßnahme
Strategiephase	In der Phase der strategischen Planung wird ein Entwurf des <i>Pflichtenheftes</i> durch einen Fachmann erarbeitet.
Vorstudienphase	In der Vorstudienphase wird das Bauobjekt modelliert. Zielvorstellungen für die Architektur und die Funktion des Gebäudes werden definiert. Mit diesen Vorgaben ist auch meist der ökonomische und ökologische Rahmen gegeben. Es ist daher wichtig, daß dem Entscheidungsträger (Bauherr) in dieser Phase eine möglichst umfassende, in der Tiefe richtige Informationsbasis zur Verfügung steht. Der <i>Pflichtenheftentwurf</i> wird ergänzt und verfeinert und liefert diese Informationen in einer möglichst einfachen Sprache. Er ist damit ein wichtiges Kommunikationsmittel zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.
Vorprojektierungs- und Projektphase	Machbarkeitsstudien, Variantendiskussionen und Projektänderungen geben den Phasen und der Projektierung einen sehr dynamischen Charakter. Das <i>Pflichtenheft</i> dient hier zur Zielüberwachung und als roter Faden. Durch das ständige Nachführen des <i>Pflichtenheftes</i> können Abweichungen von gestellten Vorgaben schnell erkannt und nötigenfalls korrigiert werden. Das Protokollieren von Planungsänderungen im <i>Pflichtenheft</i> ist ausschlaggebend für das Qualitätsmanagement. Entscheide des Planungsteams sollen anhand des <i>Pflichtenheftes</i> einfach und eindeutig nachvollziehbar sein.
Realisierung	Bei der Umsetzung von Planungsvorgaben liegt der Einsatzbereich des <i>Pflichtenheftes</i> vor allem im Bereich der Qualitätssicherung (Kontrollinstrument). Wichtig ist, daß alle Vorgaben des <i>Pflichtenheftes</i> in die Submissionen einfließen.
Nutzung	Die Erfolgskontrolle (Soll/Ist-Vergleich) soll zeigen, wo die Vorgaben erreicht worden sind und wo nicht. Mit Hilfe des nachgeführten <i>Pflichtenheftes</i> (Zielwerte) kann der Betreiber die Anlage optimieren. Fehlplanungen oder Abweichungen von den Zielwerten sind anhand der <i>Pflichtenheft-Protokolle</i> nachvollziehbar und bilden ein wichtiges Know-How für weitere Bauvorhaben, Umnutzungen und Umbauten.

Beispiele Anwendung Pflichtenheft

Die Umsetzung der einzelnen Elemente des *Pflichtenhefts* in den verschiedenen Projektphasen erfordert wiederum die Formalisierung einzelner Maßnahmen, entsprechend den individuellen Bedingungen des Projektes. Der erforderliche Grad der Differenzierung verschiedener Maßnahmen in Einzelschritten hängt dabei auch von der Projektgröße ab. Allerdings lebt eine integrale Vorgehensweise auch vom Grad der Transparenz von Abhängigkeiten, sodaß es auch bei kleineren Projekten sinnvoll sein kann, im Unterschied zur üblichen Vorgehensweise den Grad der Differenzierung gerade bei der Ermittlung von Anforderungen zu erhöhen. Abbildung 25 verdeutlicht

Abbildung 25

Beispiel Flächenbaum nach SIA

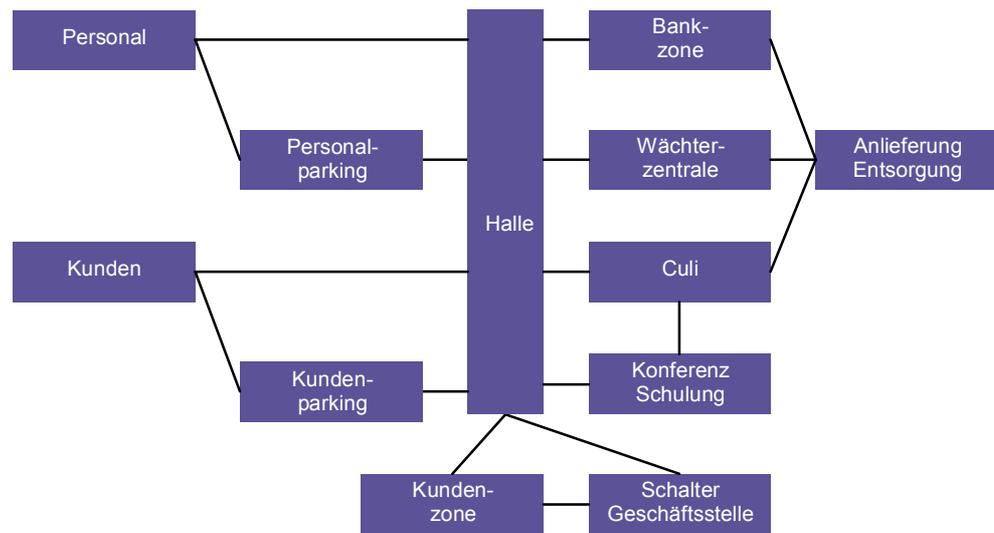


die Formalisierung einer Flächenbedarfsermittlung nach SIA 416 (Flächen und Inhalte), wobei die Gesamtfläche einer geplanten Baumaßnahme untergliedert in die verschiedenen Flächenarten als *Flächenbaum* dargestellt wird. Um diesen groben Flächenbedarf in den weiteren Schritten in die Entwicklung einzelner Raumstrukturen zu überführen, eignet sich zunächst die Entwicklung einer Raum-Beziehungsstruktur (Abbildung 26). Hierdurch wird die Definition der funktionalen Abhängigkeiten einzelner Räume unterstützt.

Die vorgestellten Hilfsmittel zur Umsetzung der im *Pflichtenheft* als Teilschritte enthaltenen Grundlagen- und Zieldefinition sind, wie das *Pflichtenheft* selbst, nur eine Auswahl aus einer Reihe zur Verfügung stehender Werkzeuge und Vorgehensweisen. Wichtiges Ziel beim Einsatz dieser Hilfsmittel ist vor allem ihre konsequente Anwendung, mit dem Ziel, eine integrale Vorgehensweise zu ermöglichen und die erzielten Ergebnisse dem Planerteam als Ganzes bzw. entsprechend den jeweiligen Aufgaben als

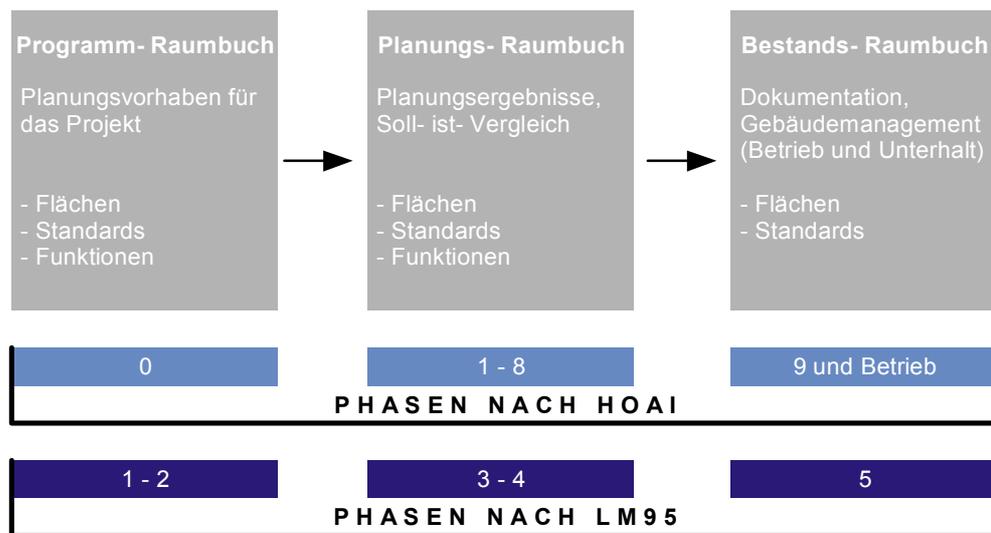
Abbildung 26

Raum-Beziehungsstruktur



Arbeitsgrundlage zur Verfügung zu stellen. Auf dieser Erkenntnis basiert auch die im weiteren Verlauf der Arbeit behandelte Verschmelzung von Konzepten der integralen Vorgehensweise mit den Elementen einer informationstechnischen Unterstützung.

Um die in den einzelnen Teilschritten erarbeiteten, projektspezifischen Informationen dokumentiert für die weiteren Bearbeitungsschritte zur Verfügung zu stellen, soll hier noch kurz auf das sogenannte *Raumbuch* als weiteres Formalisierungsinstrument eingegangen werden. Aufgrund der Orientierung am gesamten Lebenszyklus des Gebäudes entsteht gerade bei der *integralen Planung* der Bedarf der umfassenden Dokumentation einzelner Planungsschritte, um zum einen mit diesem Grundgerüst die Zusammenarbeit der Planungsbeteiligten zu unterstützen und zum anderen die Wiederaufnahme spezifischer Informationen in späteren Projektphasen zu ermöglichen. Als Beispiel sei hier auf die Umplanung von Gebäuden verwiesen, bei welcher üblicherweise nur ein geringer Teil der gebäudespezifischen Information aus den Planungsphasen zur Verfügung steht (Konstruktion, verwendete Materialien, Entscheidungsprozeß). Dieser *Informationsbruch* erschwert nachvollziehbar den Prozeß der Umplanung und ist oft mit erheblichen Kosten verbunden. Das *Raumbuch* ist in diesem Zusammenhang als Dokumentationsinstrument gedacht, welches diesen Informationsbruch verhindern soll, indem alle planungsrelevanten Informationen dokumentiert und z.B. entsprechend den Anforderungen des Betriebs aufbereitet zur Verfügung stehen (Flächen, Standards, Soll - Ist Vergleich von Anforderungen, Informationen zum Gebäudemanagement etc.). Auch die Form des *Raumbuches* ist, wie bereits mit Bezug auf das Pflichtenheft angesprochen, weniger entscheidend als der eigentliche Vorgang der Aufbereitung aller in ihm enthaltenen Informationen. Weitere Überlegungen einer rechnerunterstützten Form des *Raumbuches* bzw. seiner Integration in eine informationstechnologisch unterstützte Arbeitsumgebung finden sich in [Dingler 1998].

Abbildung 27 **Dokumentationsinstrument Raumbuch**

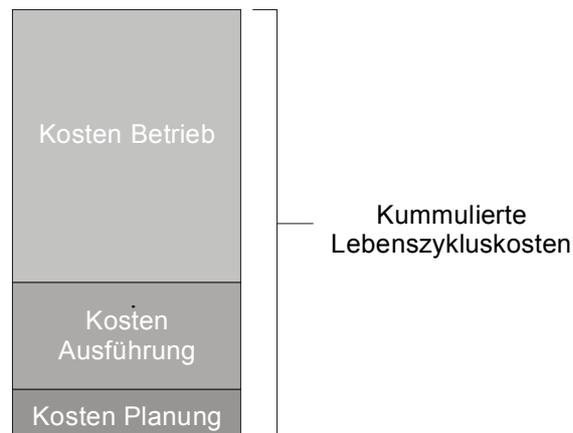
Warum setzt sich die IP nicht durch?

Mit der *integralen Planung* und den diese *Planungsphilosophie* unterstützenden Methoden und Techniken steht ein umfassender Ansatz zur Verfügung, Planungsaufgaben ganzheitlich zu bearbeiten. Die kontinuierlich wachsenden Ansprüche an das Planungsergebnis (Ökonomie, Ökologie, Funktionalität) sowie die daraus resultierende Komplexitätszunahme der Planung lassen zunächst eine hohe Popularität dieser Vorgehensweise erwarten. Die Gründe für eine dennoch langsame Verbreitung der *integralen Planung* liegen daher nicht zuletzt im hohen Anspruch an den Auftraggeber und das gesamte Planerteam, sich auf eine umfassenderer Sicht auf die Gesamtzusammenhänge der Planung einzulassen und in der Konsequenz, Tätigkeiten und Aufgaben auch außerhalb des eigenen Tätigkeitsschwerpunktes wahrzunehmen.

Zudem läßt sich der Nutzen aus dieser Art der Vorgehensweise dadurch, daß er typischerweise verteilt über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes auftritt, nur schwer einzelnen Aktivitäten und damit auch zeitlichen Investitionen zuordnen [Forgber 1999]. Eine Gegenüberstellung der kumulierten Kosten eines Gebäudes mit den Kosten, verursacht durch die Planung, die Ausführung und den Betrieb, verdeutlicht allerdings, daß das größte Potential für die Einsparung von Kosten in der Betriebsphase eines Gebäudes liegt. Die *integrale Planung* ermöglicht so den Brückenschlag zwischen den Phasen der Planung und des Betriebs.

Die Charakteristiken und Zielsetzungen der *integralen Planung* verfolgen daher vornehmlich das Ziel einer starken Kopplung der Planer auf Prozessebene (horizontale Integration) sowie eine phasenübergreifende Betrachtung der Planungsaufgabe (vertikale Integration). Geeignete Vernetzungsstrukturen, welche den unikatcharakter dieser Zusammenschlüsse berücksichtigen, sind dabei vergleichbar mit den besonderen Strukturmustern virtueller Organisationen. Diese Analogie bezieht sich insbesondere auf die Kopplung und Organisation unterschiedlicher Planer, Werkzeuge und Daten in einem

Abbildung 28 Phasenanteil der Kosten



dynamischen, zunehmend räumlich verteilten Netzwerk. Die Grundstrukturen virtueller Organisationen werden als wichtige Grundlagen bei der Entwicklung des Kooperationsmodells, und damit der dynamischen Vernetzung der Planungsbeteiligten, in Kapitel 4.2.1 weiter behandelt.

3.2.2 Wertanalyse

Der Intellekt hat ein scharfes Auge für Methoden und Werkzeuge, aber er ist blind gegen Ziele und Werte.

Albert Einstein

Die Grundlagen der *Wertanalyse* wurden im Jahre 1947 unter dem Begriff *Value Analysis* und später unter dem Begriff *Value Engineering* von dem damaligen Chefeinkäufer des Unternehmens *General-Electric* (USA), Lawrence D. Miles entwickelt [VDI 1995, Miles 1967].

Die *Wertanalyse* als kooperative Problemlösungstechnik baut auf den bereits beschriebenen Systemelementen *Methoden*, *Management* und *Teamarbeit* auf und bietet damit eine Vorgehensweise, die den Bedingungen der dynamischen Planung voll entspricht. Die Wertanalyse ist eine zunächst wertneutrale Vorgehensweise mit dem allgemeinen Ziel der Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen, sowie von Prozessen und Arbeitsabläufen. Zudem wird mit der Wertanalyse nicht nur eine Kosteneinsparung verfolgt, sondern auch die Wertsteigerung von Produkten und Prozessen. Kennzeichnend für die Vorgehensweise ist eine grundlegende Systematik, untergliedert in verschiedene Arbeitsschritte nach VDI 2800. Das Denken in Funktionen, sowie die Trennung der schöpferischen Phase bei der Lösungssuche von der Bewertung der verschiedenen ermittelten Lösungsansätze, bzw. die entgeltliche Entscheidung für eine Lösung, ist vergleichbar mit den in der Einleitung des Kapitels bereits erwähnten Arbeitsschritten Gestaltung, Selektion und Retention. Nachdem sich die

Wertanalyse in der Großindustrie vielfach bewährt hat, wird sie zunehmend in kleinen und mittleren Unternehmen zur Erzielung von Wettbewerbsvorteilen eingesetzt. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in der DIN 69910 und in Veröffentlichungen des *VDI Zentrums Wertanalyse* [VDI 1995].

Tabelle 11

Die Wertanalyse untergliedert in Elemente und Teilelemente

Element	Teilelement
Methoden	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitlich getrennte Bearbeitung der Einzelschritte, Situationsanalyse, Lösungssuche, Bewertung, Entscheidung, Ausarbeitung / Realisierung, vergleichbar mit den Iterationsschritten Selektion, Retention und Bewertung. • Darauf aufbauend: Der <i>Wertanalyse</i> Arbeitsplan mit definierten Grundschritten. • Aufgaben- und situationsgerechter Einsatz unterschiedlicher Methoden für Teilaufgaben.
Verhaltensweisen/ Teamarbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Interdisziplinäre Teamarbeit. • Professionelle Moderation der Teamarbeit. • Pflege geeigneter Verhaltensweisen und positiver Beeinflussung der anderen Beteiligten durch: Kooperation, Offenheit in der Information und Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Lösungen und Ideen.
Management	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielter Einsatz von Wertanalysen als Instrument zur partizipativen Führung. • Möglichst klare Formulierung von Aufgaben und Zielen. • Sorge für gute personelle Rahmenbedingungen. • Einsatz von Projektmanagement (klare Projektorganisation, klare Festlegung der Funktionen, Projektleitung und Projektmoderation). • Sorge für eine angemessene Beachtung der Wertanalyseergebnisse in der Stammorganisation und für deren rasche Umsetzung.

Eine auf die spezifischen Anforderungen im Planen und Bauen abgestimmte Beschreibung der Wertanalyse fokussiert die folgenden Merkmale:

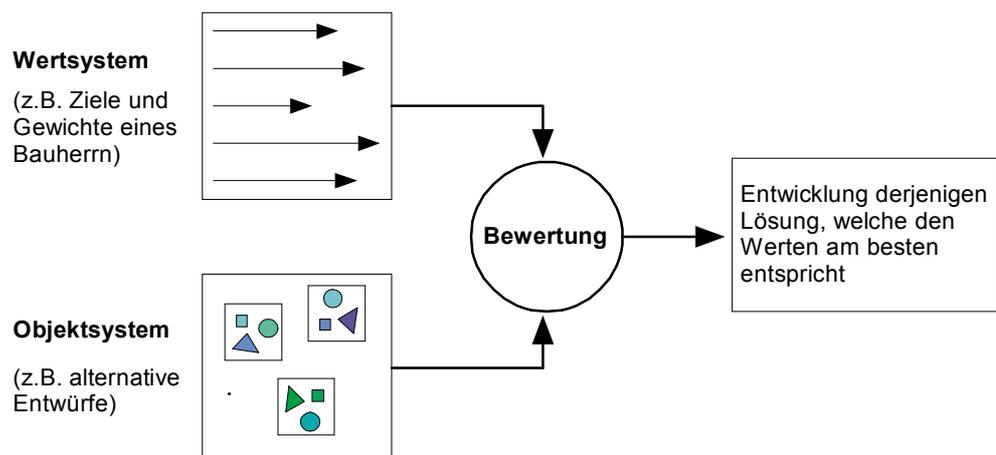
- Bei Planungsaufgaben handelt es sich um sehr komplexe Systeme.
- Die Objektrealisierung überspannt sehr große Zeiträume.
- Die Kosten lassen sich typischerweise nur schwer den oft nur schwach bestimmten Funktionen zuordnen.
- Es gibt eine Vielzahl von Beteiligten bzw. Betroffenen.
- Die Wertvorstellungen dieser Beteiligten sind häufig unklar.

Eine auf der Herausstellung dieser bauspezifischen Merkmale basierende Kritik der Wertanalyse bezüglich ihrer Anwendbarkeit im Bauwesen unterteilt Wiegand [Wiegand 1995] in die folgenden Punkte:

- Methodische Überbetonung des Objektsystems gegenüber dem Wertsystem.
- Methodisch undeutliche Behandlung der Ziel- und Bewertungsproblematik.
- Eine aus den ersten beiden Punkten resultierende, oft begrenzte positive Wirkung der Funktionsgliederung.

Gerade die mangelnde Unterscheidung zwischen *Objektsystemen* und *Wertsystemen* spiegelt den Kernpunkt einer Problematik wieder, welche gerade von der klassischen Vorgehensweise völlig übergangen wird und in der *integralen Planung* in Form der Zieldefinition beachtet wird (vergl. Kapitel 3.2.1 "Integrale Planung", Seite 55). Hierzu ist zunächst die Klärung der Begriffe *Objekt-* und *Wertsystem* erforderlich. Unter *Objektsystemen* sind Systeme gegenständlicher Art, Dienstleistungen, Maschinen oder auch Arbeitsprozesse zu verstehen. Wichtig dabei ist die Veränderbarkeit dieser *Objektsysteme* im Sinne eines bestimmten Nutzens. Den Zielvorstellungen, nach welchen *Objektsysteme* entsprechend verändert und angepaßt werden, liegt ein *Wertsystem* zugrunde, welches von einer bestimmten Situation bzw. von einzelnen Individuen bestimmt wird. Für das Planen und Bauen bedeutet dies, die gegebenen Wertvorstellungen z.B. in Form von Qualitäten eines a priori beschriebenen Produktes (Gebäude) mit einem möglichst geringen Aufwand zu realisieren. Nur eine klare Trennung zwischen *Wertsystem* und *Objektsystem* kann gewährleisten, daß Objekte, wie z.B. architektonische Entwürfe, nicht losgekoppelt von der Erfüllung eines Ziels (z.B. ein für den Nutzer akzeptables Bauvolumen bereitzustellen) und somit als Selbstzweck betrachtet werden.

Abbildung 29 Trennung Objekt- und Wertsystem in Anlehnung an Wiegand



Um die Definition eines *Wertsystems* im Planen und Bauen zu ermöglichen und somit eine Verlagerung des Fokus vom Objektsystem zum Wertsystem zu erreichen, ist es zunächst erforderlich, wertbildende Parameter zu benennen und diese danach bewußt in den planerischen Ablauf zu integrieren. Wie in Abbildung 29 dargestellt, werden durch die Definition von Zielen

und Gewichtung von Werten als Teilgrößen eines Wertsystems geschaffen. Der Begriff Ziel wird dabei im allgemeingebrauchlichen Sinne verwendet, wobei das Ziel gleichbedeutend mit einem sachlichen Ergebnis zu sehen ist. Hierfür findet man in der Literatur auch den Begriff *Sachziel*, wobei damit ein direktes und meßbares Ergebnis bezeichnet wird.

Fokus Formalziel Für die Entstehung eines Wertsystems wichtiger und unglücklicherweise weit weniger verbreitet ist die Definition sogenannter *Formalziele*. *Formalziele* bezeichnen lediglich die Qualität eines Ergebnisses (z.B. hohe Wohnqualität, möglichst geringe Kosten), nicht aber den Weg, wie dieses Ziel zu erreichen wäre. Die Gegenüberstellung von Sach- und Formalzielen ist äußerst wichtig, da bei Klarheit der Begriffe wesentliche Verbesserungen bei der Regelung von Planungsprozessen erreicht werden können. Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen: Die oft vom Bauherrn oder Investor geforderte Kostenminimierung einer Baumaßnahme führt in der Regel zur raschen Definition eines maximalen Budgets, beschrieben durch die Summe X. Mit der Festlegung der beteiligten Akteure auf die Einhaltung dieser Summe (und damit der Definition eines *Sachziels*) werden die beteiligten Planer aber nicht nur zur Vermeidung von Überschreitungen des Budgets veranlaßt, sondern auch zur Vermeidung von Unterschreitungen. Das heißt, daß die beteiligten Planer das eigentliche *Formalziel*, nämlich kostengünstigen Raum bereitzustellen, übergehen (zu erreichen z.B. durch die Umplanung eines bereits bestehenden Gebäudes oder durch eine eingehende Analyse des Bedarfs).

Tabelle 12

Sachziel vs. Formalziel

Bespiel	Sachziel	Formalziel
Gebäudeaußenwand	Konstruktion mit 36 cm Hochlochziegel und Dämmputz außen	Möglichst gute Wärmedämmung und -speicherung bei hinreichender Tragfähigkeit
Verwaltung einer Fluggesellschaft	Bau eines Verwaltungszentrums am Frankfurter Flughafen	Möglichst geringe Unterhaltskosten bei leichter Erreichbarkeit für die Mitarbeiter. Flexible Erweiterbarkeit etc.

Der in der *Wertanalyse* enthaltene und von Wiegand entsprechend den spezifischen Anforderungen des Planens und Bauens angepaßte Arbeitsplan nach DIN 69910 bietet wesentliche strukturelle Hilfestellungen, um gerade die Definition von *Formalzielen* zu ermöglichen. Dabei bildet, wie in der *integralen Planung*, die Teamarbeit die Grundlagen der Aufgabenentwicklung und darauf aufbauend, der Definition von *Formal-* und *Sachzielen*. Um die erforderliche Rückkopplung der einzelnen Grundschritte des Arbeitsplanes zu gewährleisten, ist eine methodische Verbindung von Zielsetzung und Bewertung erforderlich. Diese interaktive Vorgehensweise ist, wie in Kapitel 3.1.1 beschrieben, Arbeitsgrundlage beim Planen und Bauen. Die Teammoderation übernimmt auch hier eine vermittelnde Funktion (vergl.

Kapitel 2.3.3 "Teammoderation", Seite 38). Besonders in den frühen Phasen einer teamorientierten Planung scheint die Vorgehensweise entsprechend dem Wertanalyse-Arbeitsplan auf der Grundlage einer kompetenten Teammoderation sinnvoll. Gerade die integrale Planung oder auch Leitfäden zur Vorgehensweise, wie z.B. die schweizerische LM95, stellen zwar die strategischen Rahmenbedingungen einer integralen Vorgehensweise zur Verfügung, nicht jedoch eine detaillierte methodische Anleitung zum Handeln. Nachfolgende Gegenüberstellung verdeutlicht die mögliche Anwendung des Wertanalyse-Arbeitsplanes in den ersten Phasen der nach LM95 strukturierten, teamorientierten Planungsweise. Dabei erstrecken sich die einzelnen Grundschrirte des Arbeitsplanes über die beiden Phasen *strategische Planung* und *Vorstudie*. Da sich die intensive Zusammenarbeit eines Wertana-

Tabelle 13

Anwendung des Wertanalyse-Arbeitsplanes

Phasen nach LM95	Phasenziele nach LM95	Wertanalyse-Arbeitsplan
Phase 1: Strategische Planung	Definition der Bedürfnisse	1. Projekt vorbereiten 2. Objektsituation analysieren 3. Soll-Zustand beschreiben
Phase 2: Vorstudie	Projektdefinition Nachweis der Machbarkeit	4. Lösungsidee entwickeln 5. Lösungen festlegen 6. Lösungen verwirklichen
Phase 3: Projektierung	Vorprojekt Bauprojekt	---

lyse-Teams nur schwer über den gesamten Verlauf eines Planungsprojektes ermöglichen läßt (zu großer Zeitraum, häufiger Wechsel der Planungsbeteiligten), erscheint es sinnvoll, den Einsatz eines Wertanalyse-Teams auf einzelne wichtige Phasen des Planungsablaufes zu beschränken. Dabei ist die Definition entscheidender Eckpunkte im Planungsverlauf wichtig, um auf der Grundlage der Arbeitsergebnisse eines Wertanalyse-Teams die Implementierung von *Restriktionen*, welche den weiteren Planungsverlauf bestimmen, zu ermöglichen.

Zusammenfassend kann die Wertanalyse als wichtiges Instrument bei der Umsetzung eines integrierenden, lebenszyklusbezogenen Planungsansatzes angesehen werden. Wie bereits erwähnt, ist dabei eine klare Trennung der verschiedenen methodischen Ansätze und Interpretationen der Problemlage im Planen und Bauen nicht möglich bzw. im Hinblick auf die planerische Praxis auch nicht sinnvoll. Vielmehr erscheint die opportunistische Kombination verschiedener, auf unterschiedliche Skalierungsstufen der Problemsituation bezogene Ansätze vielversprechend. Der im folgenden Kapitel vorgestellte Ansatz eines Kooperationsmodells zur integralen, computerbasierten Planung berücksichtigt in diesem Sinne die Vorzüge verschiedener methodischer Aussagen.

3.3 Der Vernetzungsansatz INTESOL

Mit dem Telegraphen schrumpfen die Entfernungen und riesige Bevölkerungsmassen werden gewissermaßen an einem Punkt versammelt.

Claude Chappe, 1840

Die in den vorherigen Kapiteln dargestellten methodischen Planungsansätze entwickelten sich basierend auf einer intensiven Analyse der Problematik des Planens und Bauens, sowie auf planerischer Erfahrung. Die strukturellen Grundlagen orientieren sich dabei sowohl an der allgemeinen Problemlage von Bauaufgaben (unscharfe Definition des Planungsproduktes, zeitlich begrenzter Zusammentritt der Planungsbeteiligten, dynamische Entwicklung der Rahmenbedingungen), als auch an den sozialen Faktoren der Zusammenarbeit des Planerteams (vergl. Kapitel 2.3.2). Die definierten Methoden wurden zunächst unabhängig von den bei der Umsetzung angewandten informationstechnischen Hilfsmitteln und Werkzeugen behandelt. In der Vergangenheit war dies, aufgrund der sich nur wenig ändernden Rahmenbedingungen, sicherlich richtig, und um der Gefahr einer Integration von Modeerscheinungen bei der Definition allgemeiner Methoden der Planung zu vermeiden, auch notwendig. Auch die sukzessive Entwicklung einzelner Informationstechnologien (z.B. Fax- oder Videokonferenz-Systeme) sowie die Entwicklung von neuen Werkzeugen zur effizienteren Bearbeitung von Teilaufgaben (z.B. CAD, AVA, Spreadsheet etc.) stellten bisher die Grundstrukturen dieser Methoden nicht in Frage.

In diesem Zusammenhang sei hier auch auf sozialwissenschaftliche Forschungen verwiesen, welche sich einseitig auf das Thema der Einflußnahme neuer Technologien auf die individuellen Anwender, auf Gruppen oder Organisationen sowie die Gesellschaft als Ganzes konzentrieren [Ancona 1990, Gutek 1990]. Wichtige Fragestellungen der *Technikfolgeabschätzung*, einer umfassenden Wirkungs- und Anwenderforschung, resultieren dabei aus einer Perspektive des technologischen Determinismus. Der Einfluß sozialer Gegebenheiten und Entwicklungen auf die Art und Geschwindigkeit des technischen Fortschritts bleiben so weitgehend unberücksichtigt. Art, Grad und Wirkungsrichtung der wechselseitigen Einflußnahme sind daher weitgehend ungeklärt. Die Möglichkeiten, über eine gezielte Entwicklung technischer Systeme soziales Verhalten zu beeinflussen, werden in der sozialwissenschaftlichen Forschung nicht untersucht [vergl. Picot 1998].

Gerade aber durch die zu Beginn der neunziger Jahre einsetzende umfassende Entwicklung und Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien (*IuK*), beginnt sich dieser bisherige Zustand aufzulösen. Durch den hohen Vernetzungsanspruch bei der teamorientierten Bauplanung bie-

tet sich nun die Möglichkeit der grundlegenden Neudefinition bisheriger Ansätze zur Umsetzung integrierender Planungsstrukturen. Auch die in der integralen Planung erhobene Forderung, durch mehr Kommunikation sowohl einen erhöhten Informationsaustausch als auch eine gesteigerte Transparenz der Abhängigkeiten zu erreichen, gewinnt mit diesen Entwicklungen eine völlig neue Bedeutung. Gerade der methodische Bereich, welcher in der Vergangenheit von technischen Entwicklungen weitgehend unberührt blieb, rückt nun in den Fokus der gezielten, auf ihre Wechselwirkungen konzentrierten Entwicklung von Technologien und Methoden.

*revolutionärer vs.
evolutionärer Wandel*

Die Einführung informationstechnologischer Entwicklungen kann dabei auf der Basis zweier unterschiedlicher Ansätze erfolgen:

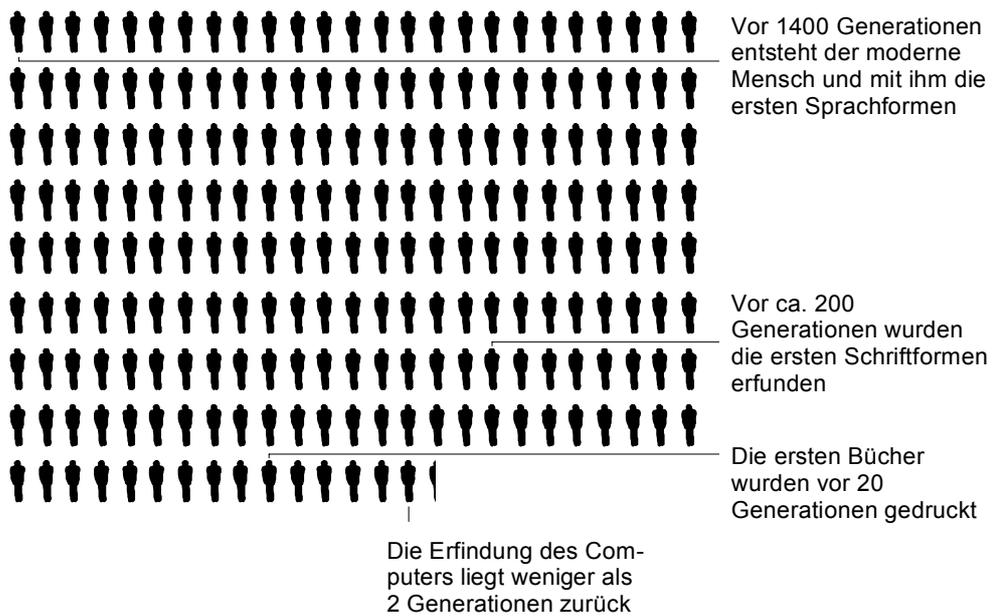
- Evolutionär, die bisherigen Arbeitsformen und Methodiken unterstützend
- Revolutionär und damit in die bisherigen Arbeitsformen und Methodiken strukturierend eingreifend.

Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, erfordert die Einführung neuer Technologien eine wechselseitige Abstimmung von Produktionsmethoden und deren technologischer Unterstützung. Die Entwicklung unterstützender Systeme erfordert also grundsätzlich ein tiefes Verständnis der methodischen Ziele [vergl. Fitzpatrick 1998]. Dies würde auch eine Verknüpfung der beiden genannten Entwicklungsansätze erfordern. Auch hier spielt aber die Konzentration auf reine *Sachziele*, nämlich den bestehenden Prozeß bei gleichbleibender Zieldefinition zu verändern, eine erhebliche Rolle. Darin liegt ein Erklärungsansatz für die übliche Dominanz evolutionärer, auf die einseitige Entwicklung technischer Systeme bezogene Entwicklungsansätze.

Eine Definition von Formalzielen, also einer auf der Grundlage technologischer Möglichkeiten veränderten Neudefinition des zu erwartenden Ergebnisses, erfordert weitaus größere Anstrengungen (vergl. Tabelle 12, Seite 68). Im Vergleich zur evolutionär verändernden Vorgehensweise, bei welcher die alten Wege optimiert werden, müssen bei der wechselseitigen Abstimmung von Planungsmethoden und deren technologischer Unterstützung neue Wege gegangen werden. Die kurze Rückbesinnung auf historische Zeiträume, welche von der Entwicklung neuer Formen der Kommunikation (z.B. Schrift, Buchdruck etc.) bis zu ihrer vollkommenen Durchdringung der Gesellschaft vergingen, zeigt deutlich, daß gerade die *IuK*-Technologien erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen. Von einer Durchdringung der Gesellschaft kann also noch lange nicht gesprochen werden. Verschiedene Szenarien, die sich mit den zukünftigen Entwicklungen dieser Technologien beschäftigen, weisen darauf hin, daß ein gesellschaftlicher Wandlungsprozeß, vergleichbar mit dem der industriellen Revolution, erst noch bevorsteht [vergl. Giesecke 1998, Negroponte 1995, Kurzweil 1990, Minsky 1986].

Abbildung 30

Entwicklung der Kommunikation nach Kurzweil



Das im weiteren behandelte *Kooperationsmodell* zur Unterstützung einer integrierenden, teamorientierten Vorgehensweise in der Planung basiert auf einem revolutionären Ansatz, bei welchem die Wechselwirkungen der Definition einer teamorientierten Planungsmethode mit den zur Verfügung stehenden technologischen Möglichkeiten im Mittelpunkt steht. Die dargestellten Ergebnisse wurden am *Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib)* der Universität Karlsruhe (TH) im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (bmb+f) durchgeführten Verbundprojektes *RETEx II / INTESOL* [INTESOL 1998] entwickelt und in verschiedenen Anwendungsprojekten validiert. Ursprünglich im proprietären Bereich der energetischen Optimierung von Gebäuden situiert, stehen die wissenschaftlichen Ergebnisse des Projektes *INTESOL (INTEgrale Planung SOLaroptimierter Gebäude)* im Kontext verschiedener Forschungsprojekte, die sich mit der *luK*-Unterstützung des Bauplanungsprozesses beschäftigen. Im folgenden Abschnitt soll auf diese Projekte stichwortartig eingegangen werden.

3.3.1 Stand der Forschung

Bisherige Forschungsprojekte, die explizit das Ziel einer *luK*-Unterstützung der Bauplanung verfolgten, lassen sich generell in zwei Gruppen unterteilen:

- Unterstützung der Planung durch die Definition von Schnittstellen und Bereitstellung geeigneter Werkzeuge, sowie
- Unterstützung der Planung durch die Bereitstellung automatisierter Prozesse und Softwarekomponenten, welche in der Lage sind, den Entscheidungsprozeß zu unterstützen.

Die Unterstützung des Planungsprozesses mit dem Ziel, durch die Bereitstellung einer gemeinsamen Datenbasis eine effizientere Bearbeitung des Planungsgegenstandes zu ermöglichen, wurde in mehreren großen Forschungsprojekten wie z.B. OPTIMA [Bach 1995], RETEx [Hertkorn 1994], IEA Annex 21 [Hertkorn 1992], ISYBAU [ISYBAU 1986], COMBINE [COMBINE], *ToCEE* [ToCEE], ATLAS [ATLAS] und COMMIT [COMMIT] verfolgt. Wichtigster Bestandteil dieser Projekte ist die Entwicklung zentraler oder verteilter Daten- bzw. Produktmodelle, auf welche von verschiedenen Applikationen aus zugegriffen werden kann [Björk 1992]. Die Unterstützung der Kommunikation erfolgt dabei weitgehend auf der Grundlage traditioneller Methoden und Vorgehensweisen, die explizite Kooperationsunterstützung der beteiligten Akteure bleibt von diesem Ansatz unberührt. Das Potential dieses Ansatzes liegt damit deutlich im direkten, raum- und zeitunabhängigen Zugriff auf planungsobjektbezogene Informationen.

Über diesen Forschungsansatz hinaus gehen diejenigen Projekte, welche nicht nur die Unterstützung traditioneller Formen der Projektbearbeitung verfolgen, sondern dabei einzelne bzw. in einem Gesamtsystem integrierte Komponenten zur Unterstützung des Entscheidungsprozesses auf der Basis von KI-Techniken bereitstellen. Beispielhaft soll in diesem Zusammenhang genannt werden:

- Das Projekt *SEED* (*Software Environment to support the Early phases in building Design*) an der *Carnegie Mellon University* in Pittsburgh, USA, verfolgt die Unterteilung der Vorplanung von Gebäuden in verschiedene Phasen (Entwicklung des Raumprogramms, Entwicklung von Entwurfskonzepten, Entwicklung der Gebäudekonfiguration). Ziel von *SEED* ist dabei die individuelle Unterstützung jeder dieser Phasen durch miteinander verknüpfte Module zur automatischen Entwicklung von Entwurfsalternativen bzw. zum fallbasierten Entwurf. Der modulare Aufbau des Systems erlaubt dabei den Einsatz einer einheitlichen Benutzerschnittstelle [Flemming 1995, SEED].
- Die Arbeiten des *CAD Research Center* an der *California Polytechnic State University*, San Luis Obispo, USA, beschäftigen sich mit dem Ansatz eines integrierenden Systems zur Entscheidungsunterstützung, wobei verschiedene domänenspezifische Agentenprogramme explizites Planerwissen für die Bewertung des Planungsobjektes zur Verfügung stellen. Kennzeichnend für das zugrundeliegende *Integrated Cooperative Decision Making Model (ICDM)* ist der integrative Ansatz der Verknüpfung von CAD und Softwareagenten über ein semantisches Netzwerk von Objekten [Pohl 1997].
- Das Projekt *Armillia* beschäftigte sich mit der Definition eines allgemeinen Installationsmodells, einer Methodik für die räumliche Koordination und den kooperierenden Entwurf der technischen Ausrüstung komplexer Gebäude. Die Implementierung erfolgte objekt- und regelbasiert unter Anwendung der KI-Shell KnowledgeCraft [Hovestadt 1994].

- Das Projekt *FABEL (FAIIBasiertes Schließen)* hatte die Verbindung von Systemen des fallbasierten Schließens mit Expertensystemen zum Ziel, welche Theorien und Heuristiken beinhalten. Der Fokus des vom bmb+f geförderten Projektes lag dabei auf der Thematik des Gebäudeentwurfs, und dabei insbesondere auf dem Themenbereich technisch hochinstallierter Gebäude [FABEL].

Die Forschungsansätze beider Gruppen konzentrieren sich auf die technologische Unterstützung des individuellen Planers, die Zusammenführung der Ergebnisse im Team bleibt von diesen Forschungsansätzen weitgehend unberührt. Daher soll hier als dritte Gruppe der in der Bauforschung bisher nur schwach vertretene Forschungsansatz der computerbasierten Kooperationsunterstützung eingeführt werden. Dieser Ansatz verfolgt neben der Bereitstellung aller für die Projektbearbeitung erforderlichen Ressourcen (Information, Bearbeitungswerkzeuge etc.) die Unterstützung der inhaltsbezogenen Kooperation räumlich verteilter Akteure. Einführende Beispiele außerhalb der Bauforschung finden sich hierzu in [Grabowski 1999, Yu L. 1998, Schindler 1998, Fitzpatrick 1998, Worlds, BSCW].

3.3.2 Zielsetzung Kooperationsmodell

Ziel des im weiteren diskutierten Kooperationsmodells ist es, den Vernetzungs- und Teamgedanken der teamorientierten Planung entsprechend den Möglichkeiten existierender *luk*-Technologien weiterzuentwickeln. Auf der Grundlage der vorangegangenen Erläuterungen ist es möglich, aus den verschiedenen methodischen Ansätzen zur teamorientierten Planung (Leistungsmodell 95, Integrale Planung, etc.), die allen Ansätzen gemeinsamen, charakterisierenden Punkte herauszulösen. Hierzu zählt insbesondere:

- Partizipation der Beteiligten
- Anforderungsentwicklung im Team
- Hohe Transparenz der Abhängigkeiten (inhaltlich und organisatorisch)
- Kooperation und Teamarbeit auf Prozessebene
- Einsatz unterstützender Planungsinstrumente

Ein wichtiger Punkt der Überlegungen ist, wie bereits erwähnt, die energetische Optimierung von Gebäuden, welche ursächlich von der konsequenten Integration fachspezifischer Kenntnisse in den Entwurfsprozeß lebt. Besonders betont werden muß in diesem Zusammenhang, daß das skizzierte Kooperationsmodell keiner a priori festgelegten Vorgehensweise entspricht, sondern im Sinne einer *Regelung* Rahmenbedingungen der Projektbearbeitung zur Verfügung stellt, welche den am individuellen Projekt beteiligten Akteuren die Möglichkeit der generischen Anwendung persönlichen Lösungswissens und den dafür erforderlichen Umsetzungstechniken (vergl. Kapitel 3.2.2) bietet.

Gerade bei der Entwicklung einer *IuK*-basierten Kooperationsumgebung besteht die Gefahr, die bestehenden Möglichkeiten zur Formalisierung von Handlungsprozessen in zu großem Maße einzusetzen und damit, sicherlich unbeabsichtigt, den persönlichen Handlungsspielraum der Beteiligten einzuschränken. Da aber Kooperation und Teamarbeit von der Motivation der Beteiligten lebt, und diese (wie erläutert) in der Befriedigung persönlicher Bedürfnisse beruht, sollte diese Kooperationsumgebung prinzipiell den Akteuren nachgeordnet gesehen werden. Die wichtigsten, im Sinne einer Zielsetzung für die Entwicklung des Kooperationsmodells erforderlichen Punkte, sollen im weiteren stichpunktartig festgehalten werden.

Projektorganisation

Planungsaufgaben zeichnen sich demnach als komplexe Problemstellungen aus, welche nur entsprechend einem situationsspezifischen Ansatz gelöst werden können. Dabei gilt es, die Vielzahl der beteiligten Akteure an der Erarbeitung des Ergebnisses, dem *Unikat Gebäude*, zu beteiligen. Gerade hierin liegt ein wichtiger Ansatzpunkt für den Einsatz von *IuK*-Technologien, die derzeitig dominierende, durch den Austausch von Ergebnissen geprägte Situation zu verbessern. In der Literatur zum Thema *virtuelle Unternehmen* finden sich vergleichbare Ansätze, Unternehmen nicht mehr als statisch definierte Konstrukte von Abhängigkeiten und Fachkompetenzen zu betrachten, sondern Mitarbeiter und Ressourcen in dynamischen Teams auf Prozeßebene zu organisieren [vergl. Picot 1998, Krystek 1997, Olbrich 1994]. Zum Thema virtuelle Organisation und ihren strukturellen Voraussetzungen findet sich in Kapitel 4.2.1 eine detaillierte Einführung.

Durch eine Verlagerung des Fokus von einem Austausch von Ergebnissen hin zu einer Kooperation im Planungsprozeß soll das Lösungswissen der einzelnen Planungsbeteiligten besser erschlossen werden. Der hierfür erforderliche Ansatz einer entsprechenden Projektorganisation sollte folgende Merkmale aufweisen:

- Systemischer Lenkungsansatz; Es werden durch die Planungsbeteiligten projektspezifische Rahmenbedingungen und Spielregeln auf der Basis von Selbstorganisation formuliert
- Klare Trennung der Projektstruktur von der inhaltlichen Ebene
- Dynamische Anpassung der Projektorganisation an die phasenspezifischen Anforderungen, bezeichnet als *Planung der Planung* (Metaplanung)

Anforderungen, Ziele und Aufgaben

Die Entwicklung der Projektorganisation soll partizipativ durch die Planungsbeteiligten erfolgen und ist auf die Definition von *Zielen* und *Aufgaben* bezogen. Ziele werden in diesem Zusammenhang im Sinne von Formalzielen definiert (vergl. Kapitel 3.2.2). Dieser Vorgang ist dabei direkt an die Definition von Anforderungen durch das Team, entsprechend der in Kapitel 3.2.1 geschilderten Vorgehensweise, gekoppelt.

Dieser bereits als iterativ eingeführte Vorgang erfolgt wiederkehrend über die gesamte Projektlaufzeit. Der Zielbildungsprozeß und davon abgeleitet die Definition von Aufgaben, ist so ständig in den Planungsprozeß einbezogen. In Bezug auf die Zusammenarbeit im Team bedeutet dies die dynamische Vergabe von Aufgaben und Rollen durch das Team, sowie die Klärung der Entscheidungsbefugnisse und die Benennung der jeweiligen inhaltlichen und organisatorischen Abhängigkeiten im Team.

Die Frage nach der Verantwortlichkeit bzw. nach der Führung im Team kann in diesem Sinne nicht mit klassischen, auf singuläre Organisationen zugeschnittenen Vorgehensweisen beantwortet werden. Obwohl Führungskonzeptionen wie z.B. das aus dem amerikanischen stammende *Management by Objectives* (Führen durch Zielvorgabe) oder *Management by Exception* (Führung nach dem Prinzip der Ausnahme) Prinzipien wie die kontinuierliche Definition von Zielen und der entsprechenden Aufgaben beinhalten, lassen sich diese Techniken mit dem Anspruch der Führungspartizipation der aus verschiedenen Organisationen kommenden Teilnehmer eines Planungsprojektes nicht direkt übertragen [vergl. Jeuschede 1994]. Als grundlegende Anforderung an die Projektorganisation im Sinne einer integralen Vorgehensweise kann dies als die Abstimmung der Elemente *Anforderungsdefinition*, *Zieldefinition* und *Aufgabendefinition* zusammengefaßt werden.

*Integration auf der
Grundlage individueller
Sichten*

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Formulierung von Zielsetzungen an das Kooperationsmodell ist die Definition individueller Sichten auf das Planungsprojekt. Dafür soll zunächst nochmals auf die derzeitige Situation im Planen und Bauen eingegangen werden. Danach übernehmen einzelne Akteure (z.B. Tragwerksplaner, Elektroplaner oder Spezialisten im Bereich Haustechnik und energetische Optimierung) Aufgaben, welche sie aufgrund persönlicher Fachkompetenz in ihrem Arbeitsumfeld erledigen und danach das Ergebnis in die Gesamtentwicklung des Projekts zurückgeben (vergl. ergebnisorientierte Vorgehensweise). Der Blick auf das Gesamtprojekt erfolgt dabei unter dem Gesichtspunkt der Aufgabenstellung und über die direkten Schnittstellen zu inhaltlich benachbarten Planungsbeteiligten (z.B. Architekt/Tragwerkplaner: Ermittlung formal und statisch akzeptabler Stützenquerschnitte im Stahlbetonskelettbau). Diese persönliche und tätigkeitsspezifische *Sicht* umfaßt daher lediglich einen begrenzten Ausschnitt des Gesamtprojektes.

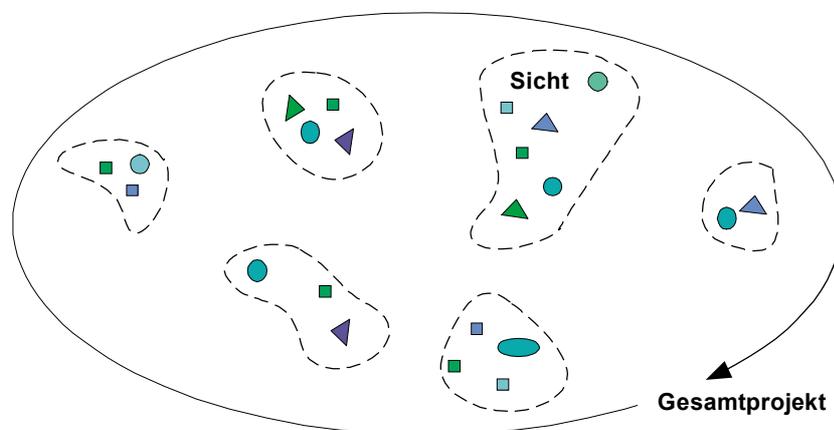
Durch die Unterstützung der Zusammenarbeit mit *IuK*-Technologien (z.B. e-mail, EDM-Systeme (bauspezifische Darstellung in: [Buschmann 1996]), Applicationsharing und Videokonferenzen) bietet sich die Möglichkeit, die Kommunikationswege zwischen den an einer Problemstellung beteiligten Akteure abzukürzen.

Die Verkürzung der Kommunikationswege und damit der erweiterte Spielraum zur Kooperation liegt dabei hauptsächlich in der Aufhebung räumlicher Trennung der Akteure, welche nun in die Lage versetzt werden, zur Abstimmung bedarfsorientiert Arbeitsgrundlagen und Ergebnisse auszutauschen,

zu diskutieren bzw. diese gemeinsam zu bearbeiten. Projektpartner, die bisher Dokumente verschickten, über das Telefon kommunizierten bzw. auf der Basis von Projekttreffen Ziele und Ergebnisse austauschten, werden in die Lage einer Zusammenarbeit auf Prozeßebene versetzt. Diese aufgabenbezogene und *IuK*-basierte Intensivierung der Zusammenarbeit stellt dabei zunächst eine reine Intensivierung bisher üblicher Formen der Zusammenarbeit dar. Zusätzliche Zielsetzung bei der Entwicklung des Kooperationsmodells ist aber die Vernetzung dieser verschiedenen Sichten, um über die Gesamtsumme dieser Sichten das Gesamtprojekt in einer umfassenden Organisationsstruktur abzubilden. Abbildung 31 verdeutlicht diesen Ansatz. Das Gesamtprojekt wird dabei über unterschiedliche Sichten definiert. Die am Projekt beteiligten Akteure übernehmen somit sichtspezifische *Rollen* innerhalb einer oder in verschiedenen Sichten.

Abbildung 31

Sichtenbasierte Projektstruktur



Für die Umsetzung dieser Anforderungen an die Vernetzung verschiedener Sichten auf das Planungsprojekt in ein Kooperationsmodell ist der Einsatz entsprechender *IuK*-Technologien unumgänglich. Bei einer näheren Untersuchung der entscheidenden Faktoren für die in der Regel sichtspezifische Kooperation in Planungsprojekten treten ökonomische Faktoren als Begründung für eine ungenügende Kooperation schnell in den Vordergrund. So ist z.B. der Austausch von Informationen über den Stand der aktuellen Problembearbeitung bei der klassischen Vorgehensweise automatisch mit Kosten verbunden (Darstellung des Objekts, Übermittlung durch Fax, Kurier, Briefpost), welchen die durch eine Kooperation verursachten Vorteile häufig nur als ungenügend gegenübergestellt werden. Rückblickend auf Kapitel 3 kann die Erklärung hierfür in der begrenzten Sicht der Planungsbeteiligten auf die Verursachung bzw. die Einsparung von Kosten gesehen werden, wonach der individuelle Akteur persönliche Vorteile bei einer Minimierung des Planungsaufwands hat (z.B. effizient verbrauchtes Honorar), nicht aber im Falle einer Kostenreduktion über den *Gebäudelebenszyklus* (Beispiel: Ursache = höherer Aufwand bei der energetischen Optimierung eines Gebäudes, Wirkung = geringerer Energieverbrauch (Kosten) im Betrieb), welche für den Planer mit einem höheren Kooperations- bzw. Planungsaufwand verbunden ist [vergl. Kohler 1996].

Die Kooperationsförderung durch Vernetzung spezifischer Sichten hat damit eine Verbesserung des Planungsergebnisses zum Ziel und zur Bedingung, den bisher betriebenen planerischen Aufwand nicht zu erhöhen. Diese Darstellung klingt zunächst widersprüchlich und opportunistisch im Sinne der reinen Kostenminimierung. Bei Betrachtung realer Planungsprojekte wird jedoch schnell deutlich, daß der Begriff *verbessertes Planungsergebnis* immer direkt (z.B. Gestehungskosten, Betriebskosten) oder indirekt (z.B. geringe emotionale Akzeptanz durch die Benutzer) an die Entwicklung von Kosten gebunden ist [Building 1999]. Die Lösung zur Umsetzung dieser Anforderung in ein Kooperationsmodell und seine spätere Akzeptanz in der Planergemeinde ist daher an eine parallele Verbesserung von Planungsergebnis und Planungsprozeß, im Sinne der Einführung zu dieser Arbeit, einer gleichzeitigen Steigerung von *Effizienz* und *Effektivität* gekoppelt. Der Einsatz von *IuK*-Technologien bietet hierzu geeignete Möglichkeiten, welche in Kapitel 4.2.3 anhand eines implementierten und validierten Prototypen dargestellt werden. Die im weiteren diskutierten Anforderungen können als Ergänzung der Anforderung an eine ganzheitliche Sicht auf das Planungsprojekt und damit verbunden, der Unterstützung eines kooperativen Bearbeitungsansatzes, gesehen werden.

*Orts- und Zeitun-
abhängigkeit*

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Bearbeitung einer Planungsaufgabe durch in der Regel räumlich- und zeitlich verteilte Akteure. Der Ansatz zu einer Verbesserung der Kooperation muß daher die Überwindung räumlicher- und zeitlicher Unterschiede beinhalten. In der klassischen Vorgehensweise erfolgt die Überwindung räumlicher und zeitlicher Grenzen überwiegend durch sog. Projekttreffen, an denen wie bereits erläutert Arbeitsergebnisse ausgetauscht-, Anforderungen und Ziele definiert- und Aufgaben vergeben werden. Eine verbesserte Kooperation erfordert daher entweder die Intensivierung dieser Treffen (unterstützt durch Techniken wie *Brain Storming*, die *Delphi-Methode* etc.), die Erhöhung der Anzahl der Treffen oder die Schaffung einer technischen Grundlage zur sogenannten *Telekooperation* [Reichwald 1998]. Kurz erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß der Ansatz eines völligen Ersatzes physischer Treffen im Rahmen dieser Arbeit nicht in Erwägung gezogen wird, vielmehr ist die Konzentration auf verschiedene Schwerpunkte der Zusammenarbeit unter unterschiedlichen Voraussetzungen erforderlich. Demnach wird davon ausgegangen, daß auf der Grundlage des Kooperationsmodells

- reale Treffen vornehmlich der sozialen Einigung der an einem Planungsprojekt beteiligten Akteure dienen
- die Zusammenarbeit auf der Basis von Telekooperationssystemen dagegen die inhaltliche Bearbeitung des Planungsobjektes zum Ziel hat.

Aufgrund mangelnder Unterstützungsmöglichkeiten durch Telekooperationssysteme kommt es bei klassischen Projekttreffen regelmäßig zur Durchmischung dieser beiden Punkte. Im Hinblick auf die inhaltliche Kooperation der Planungsbeteiligten (vergl. Abbildung 11, Seite 30) kann der Zeitraum zwi-

schen den Projekttreffen als Unterbrechung bezeichnet werden. Die Zusammenarbeit findet dabei nur auf der Ebene des Austauschs von Information bzw. der Koordination von Arbeitsschritten statt. Der Versuch diese Situation zu verändern verspricht dabei, mit Bezug auf die beiden zuvor genannten Schwerpunkte, namentlich der Zusammenarbeit im Rahmen von Projekttreffen, eine Verbesserung. Zu Punkt 1, der sozialen Einigung der Planungseteiligten, sei mit Verweis auf Kapitel 2.3.2 betont, daß eine Konzentration auf die Erzielung einer konstruktiven Stimmung in der Projektgruppe und damit der Entwicklung einer *sozialen Repräsentation* (vergl. Kapitel 2.3.2) mehr Augenmerk geschenkt werden sollte (Anwendung verschiedener Techniken der Gruppenarbeit), wenn inhaltliche Fragen zum Projekt (Punkt 2) auf der Grundlage von Telekooperationssystemen diskutiert und geklärt werden können. Wichtige Anforderung an das Kooperationsmodell ist daher, eine umfassende Verlagerung der inhaltlichen Kooperation in den Bereich der Telekooperation zu unterstützen. Um die hierfür erforderliche Überwindung von Raum und Zeitgrenzen zu ermöglichen, müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:

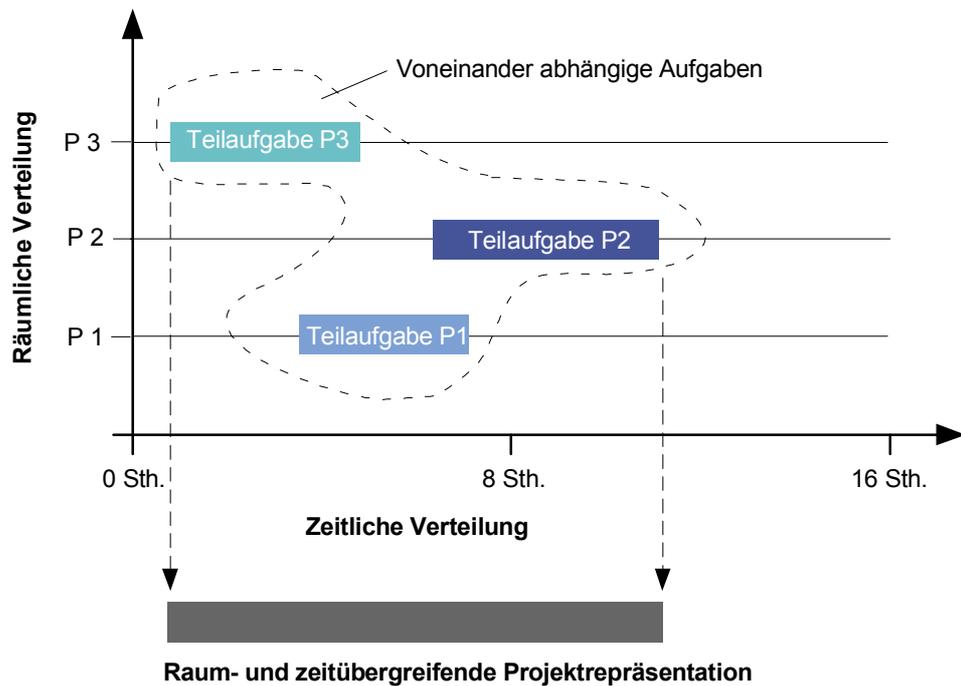
- Akzeptable Visualisierung der planerischen Inhalte für alle an der Bearbeitung einer Aufgabe beteiligten Akteure (Überwindung Raum) und
- Dokumentation der verschiedenen Arbeitsschritte (Planungsgeschichte [vergl. Hertkorn 1994]) zur Überbrückung zeitlicher Trennung.

Wie in Abbildung 32, Seite 80 dargestellt, ist die Überwindung von Raum- und Zeitbegrenzungen an die Realisierung beider Punkte gekoppelt. Aus der Praxis ist bekannt, daß sich bei der Bearbeitung voneinander abhängiger Aufgaben (Teilaufgaben) durch die räumlich verteilten Projektpartner (P) Schwierigkeiten aus der zeitlichen Versetzung voneinander abhängiger Arbeitsschritte ergeben, als auch durch die mangelnden Möglichkeiten zur Darstellung der Inhalte über räumliche Entfernungen. Resultierend ist die weitere Zielsetzung bei der Entwicklung des Kooperationsmodells die Verschmelzung der Visualisierung des Planungsobjektes mit einer zufriedenstellenden Dokumentationsform des Planungsprozesses in einer Telekooperationsplattform. Darüberhinaus erforderliche Elemente einer aus dem Kooperationsmodell resultierenden Telekooperationsplattform werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

*Integrierende
Arbeitsumgebung*

Die eingangs erwähnte wechselwirkungsbezogene Entwicklung des Kooperationsmodells mit den zur Verfügung stehenden *IuK*-Techniken resultiert in der grundsätzlichen Zielsetzung der Definition einer integrierenden Arbeitsumgebung als Grundlage der dynamischen Definition von Anforderungen, Zielen und Aufgaben durch die beteiligten Akteure, einer Zusammenfassung spezifischer Sichten zu einer Gesamtschau auf das Projekt, sowie der Überwindung räumlicher- und zeitlicher Grenzen. Dabei werden die genannten Zielsetzungen als Elemente einer Telekooperationsplattform behandelt, also einer Abbildung der über das Kooperationsmodell definierten Strukturen. Die Grundlagen zu diesen Überlegungen stellen die Möglichkeiten des

Abbildung 32 **Überwindung der Raum- Zeitbegrenzung**



Internet, einer weltumspannenden Computernetzstruktur dar. In technologischer Hinsicht erfordert dies die Integration wichtiger, der Entwicklung von *CSCW-Systemen* zugrundeliegenden *Bearbeitungs-* und *Informationsobjekte* [vergl. Hecker 1999]. Auf diese spezifisch technologischen Anforderungen wird in Kapitel 4.2.2 vertiefend eingegangen.

3.3.3 **Strukturstiftende Elemente**

Die Überführung der Anforderungen an ein allgemeines Modell zur computerbasierten kooperativen Bauplanung (Kooperationsmodell) in strukturstiftende Elemente erfolgt unter Einbeziehung derzeit technischer Möglichkeiten zur Telekooperation. Besonders die Bildung netzwerkartiger Strukturen, in Anlehnung an bestehende Konzepte virtueller Organisationen, soll als *IuK*-spezifisches Gestaltungselement hervorgehoben werden (vergl. Kapitel 4.2.1). Im weiteren sollen die in Tabelle 14 aufgeführten und von den in Kapitel 3.3.2 formulierten Anforderungen abgeleiteten strukturstiftenden Elemente vorgestellt werden.

Tabelle 14

Elemente Kooperationsmodell

Anforderung Kooperationsmodell	Strukturstiftendes Element
Projektorganisation	Metaplanung (Planung der Planung), Projektnavigator
Individuelle Sichten	Kontextbereiche
Anforderungen, Ziele, Aufgaben	Strukturelement Anforderung
Orts- und Zeitunabhängigkeit	Kooperationsumgebung

Metaplanung Die Zusammenarbeit der an einem Planungsprojekt beteiligten Akteure wird in der Regel durch vertragliche Vereinbarungen und die von den beteiligten Unternehmen eingebrachten Arbeitsstrukturen bestimmt. Die Umsetzung spezifischer Methoden der teamorientierten Bauplanung, wie z.B. der integralen Planung, erfordert aber die Einführung projektspezifischer, und damit von den beteiligten Unternehmen unabhängiger Organisationsstrukturen. Diese aus methodischer Sicht erforderliche *Planung der Planung* wird im weiteren als Metaplanung bezeichnet.

Die Metaplanung umfaßt alle zur Schaffung einer projektspezifischen Organisationsstruktur erforderlichen Aktivitäten und erfolgt parallel zur eigentlichen inhaltlichen Projektarbeit. Sie ist sozusagen Grundvoraussetzung bei der Zusammenarbeit und kommt somit einer Lenkung des Planungsprozesses unter spezifischen Gesichtspunkten gleich. Die Verschmelzung methodischer Vorgehensweisen mit den Möglichkeiten von *IuK*-Technologien erlaubt dabei die Abbildung der Metaplanung in einer Telekooperationsumgebung. Der kurze Verweis auf die traditionelle Vorgehensweise in der Bauplanung zeigt, daß damit die Anwendung einer methodischen Vorgehensweise erheblich erleichtert wird. Die in Kapitel 3 "Teamorientierte Bauplanung", Seite 43 diskutierten Ansätze erfordern zur Umsetzung einen erheblichen Aufwand. Die methodische Vorgehensweise ist auf den Einsatz von Handbüchern, Formularen und vor allem auf in der angewandten Vorgehensweise geübte Akteure angewiesen. Projektspezifisch nicht definierte Vorgehensweisen (z.B. Regelung des Austausches von Arbeitsergebnissen) werden daher auch nicht realisiert. Die Unterstützung der Organisationsgestaltung in einer Telekooperationsumgebung ermöglicht dagegen die Vorgabe einer Grundstruktur zur Planung der Planung und die Bereitstellung der dafür erforderlichen Elemente. Ein von dem an dieser Stelle diskutierten Kooperationsmodell zunächst unabhängiger erweiterter Ansatz, der dynamischen Modellierung dieser Telekooperationsplattform, wird von Müller als *organisatorisches Rapid Prototyping* bezeichnet und wird in [Müller 1999] ausführlich behandelt.

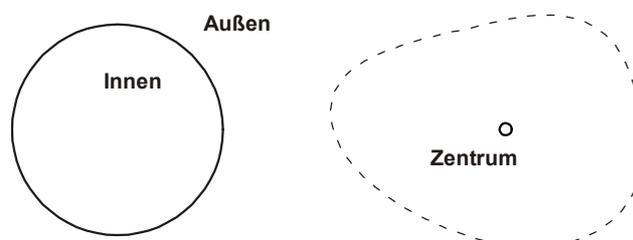
Kontextbereiche Die in Kapitel 3.3.2 beschriebene Anforderung an die Definition verschiedener Sichten auf das Planungsobjekt hat neben der Kooperationsunterstützung die Erhöhung der inhaltlichen und organisatorischen Transparenz zum Ziel. Darüberhinaus schafft die gemeinschaftliche Situierung von Akteuren in *einer* Arbeitsumgebung eine günstige Voraussetzung zur gegenseitigen Wahrnehmung, der Definition sichtspezifischer Anforderungen, Ziele und Aufgaben sowie der inhaltlichen Zusammenarbeit. Diese bisher als Sicht bezeichnete Bündelung verschiedener Akteure unter einem gemeinschaftlichen Aspekt umfaßt darüber hinaus auch Gesichtspunkte der Zusammenarbeit. In diesem Zusammenhang soll der Begriff *Kontextbereich* eingeführt werden. Kontextbereiche sind in diesem Sinne gemeinsamer Bezugspunkt aller Akteure, welche Planungsleistungen innerhalb einer spezifischen Sicht vollbringen. Ein Planungsprojekt wird somit über die Summe aller projektspezifischen Sichten beschrieben.

Durch die sichtspezifische Bündelung verschiedener Planungsbeteiligter ergibt sich auch eine Konzentration aus Fachkompetenz und Wissen unter einem einheitlichen Aspekt. Dies soll am Beispiel *Kontextbereich Energie* veranschaulicht werden: Alle mit der Bearbeitung des Energiekonzeptes beschäftigten Akteure übernehmen eine Rolle im Kontextbereich Energie. Hierdurch werden in Bezug auf die Sicht *energetische Optimierung* nicht nur diejenigen Akteure zusammengefaßt, welche über fachspezifisches Wissen verfügen (z.B. Anlagentechnik, Heizungssystem oder Elemente der passiven Energienutzung), sondern auch solche, welche von diesen Entscheidungen betroffen sind (z.B. Akteure, die die Gestaltung des Gebäudes betreiben oder Vertreter anderer, in Beziehung stehender Sichten). Es kommt so zur interdisziplinären *Kompetenzverdichtung* (vergl. Kapitel 4.1).

Die Kompetenzverdichtung erfolgt dabei nicht unter fachspezifischen Gesichtspunkten, sondern orientiert sich vielmehr an einem interdisziplinären und integralen Ansatz. Jeder in einem Kontextbereich vertretene Akteur agiert somit im Bereich seiner persönlichen Kompetenz bzw. im Umfeld anderer Akteure mit kontextbereichsspezifisch in Relation stehenden Kompetenzen. Gemäß der Definition des Begriffs *Regelung* in Kapitel 2.2.4 handelt es sich bei Kontextbereichen nicht um eine deterministische Festlegung ablaufspezifischer Abhängigkeiten, sondern um die Schaffung von Rahmenbedingungen, in welchen sich bedarfsorientiert die am Planungsprozeß beteiligten Akteure zusammenfinden. Dementsprechend stellt der Kontextbereich lediglich die Definition eines thematischen Zentrums im Planungsraum dar. Der Einzugsbereich um dieses Zentrum ergibt sich dynamisch, basierend auf der Definition von Anforderungen, Zielen, Aufgaben und den diesen Aufgaben zugeordneten Rollen. Die inhaltliche Überlappung verschiedener zueinander in Beziehung stehender Kontextbereiche ist so möglich. Abbildung 33 verdeutlicht den qualitativen Unterschied zwischen (möglicher) deterministischer Definition des Kontextbereichs über seine Begrenzung zum Planungsraum und dem Konzept des thematischen Zentrums einer Sicht auf das Planungsprojekt. Nicht die Modellierung der Abgrenzung, sondern die der Integration ist dabei Ziel dieses Ansatzes.

Abbildung 33

Abgrenzung Kontextbereiche / Planungsraum



Wie bereits dargestellt wird ein Kontextbereich über sein thematisches Zentrum, den Aspekt, definiert. Dieser Vorgang wird im Team durchgeführt, wobei die Bezeichnung (Kontextbereich Energie, Kontextbereich Gestaltung etc.) entsprechend projektspezifischer Charakteristika durch das Planer-

team festgelegt werden kann. So kann z.B. die Entwicklung der Gebäudehülle als charakterisierend zentrale Handlung bei der Planung eines Gebäudes betrachtet werden, die Einbindung dieses Vorgangs in den Planungsprozeß ist dabei aber eng mit weiteren projektspezifischen Aktivitäten, wie z.B. der energetischen Optimierung, verknüpft. Entsprechend ist die Benennung des Kontextbereichs variabel (z.B. Gestaltung, Entwurf, Gebäude etc.). In diesem Zusammenhang hat der Praxiseinsatz, der im weiteren beschriebenen Kooperationsumgebung gezeigt, daß gerade bei der Definition von Kontextbereichen der individuelle Gestaltungsspielraum durch die Planer geltend gemacht wird. Grundsatz bei der Entwicklung ist also nicht die Einhaltung festgelegter Begriffe, sondern lediglich der de facto Einsatz des Kontextbereichs als Organisationselement.

Akteure und Rollen

In diesem Zusammenhang soll die Beziehung *Aufgabe / Rolle / Akteur* kurz erläutert werden. Die Entstehung eines Kontextbereichs erfordert zum einen die Definition einer Sicht auf das Planungsprojekt (Energie, Gestaltung, Betrieb etc.), zum anderen die Besetzung einer initialen Rolle, dem sogenannten Kontextbereichsmoderator durch einen am Projekt beteiligten Akteur. Der Kontextbereichsmoderator übernimmt dabei eine im Sinne der Erläuterung in Kapitel 2.3.3 moderierende Funktion, d.h. er regelt das Zusammenspiel der in diesem Kontextbereich vertretenen Akteure, moderiert die Definition von Anforderungen und Zielen, sowie die Übertragung von Aufgaben an verschiedene Rollenträger. Der Kontextbereichsmoderator vergibt darüber hinaus Rollen an geeignete und somit in den Kontextbereich integrierte Akteure, wobei die problemspezifische Kompetenz des Akteurs im Vordergrund steht. Eine Zusammensetzung des Teams unter fachdisziplinären Gesichtspunkten (KB Energie = HLK Ingenieure und Energiespezialisten) entfällt somit.

Die Anzahl der in einem Kontextbereich vertretenen Akteure orientiert sich zusätzlich an der in Kapitel 2.3.2 beschriebenen Beschränkung der Teamgröße auf 5 bis 9 Personen. Das ergibt bei einer zur Beschreibung eines Planungsprojektes erfahrungsgemäß erforderlichen Gesamtzahl von 5 Kontextbereichen (Projektmoderation, Gestaltung, Nutzung, Energie, Betrieb) eine Oberbeschränkung der Anzahl aller am Projekt aktiv Beteiligten auf 45 Akteure. Diese für kleine und mittlere Projekte sicherlich ausreichende Anzahl erfüllt allerdings nicht die Anforderungen von Großprojekten. Diese konzeptionelle Problematik wurde vom Verfasser bisher nur schematisch mit folgendem Lösungsansatz bearbeitet. Bei Überschreitung der Obergrenze (9 Akteure / Kontextbereich) kann so entweder die Definition eines neuen, in Bezug stehenden Kontextbereichs, oder die aufgabenspezifische Definition von Teams innerhalb des Kontextbereichs erfolgen. Die Definition zusätzlicher Kontextbereiche ist allerdings aus Gründen der intuitiven Erfassbarkeit der Projektzusammenhänge begrenzt. Die Trennung des Begriffs Team von der Summe der in einem Kontextbereich vertretenen Akteure scheint dagegen wesentlich sinnvoller. Die Erfahrungen mit Anwendungsprojekten haben hier gezeigt, daß die Teamarbeit im Kontextbereich ent-

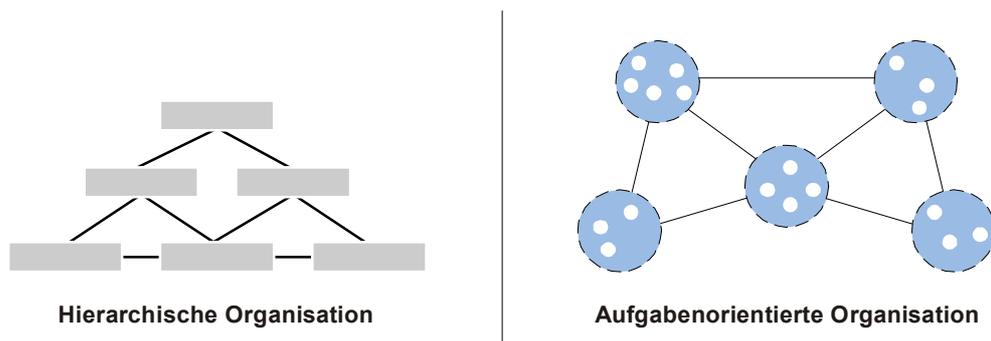
sprechend den definierten Aufgaben erfolgt, also in der Regel nicht an die Summe aller in einem Kontextbereich vertretenen Akteure gekoppelt ist, sondern opportunistisch entsprechend den aufgabenspezifischen Anforderungen entsteht. Es ist daher denkbar, den Kontextbereich als Zentrum planerischer Ressourcen zu betrachten, aus welchem heraus adhoc- und aufgabenspezifisch Teams im Rahmen der genannten Grenzen entstehen. Die Verfeinerung der hierfür erforderlichen Vorgehensweise ist im Rahmen zukünftiger Forschungsprojekte geplant.

Wechselwirkungen

Wie bereits erwähnt, wird das Planungsprojekt über die Summe der projektspezifisch definierten Kontextbereiche beschrieben. Die Bedeutung der verschiedenen Kontextbereiche ist dabei konkurrent, d.h. die Verknüpfung der verschiedenen Kontextbereiche basiert nicht auf einem klassisch hierarchischen Ansatz, sondern auf einer netzartigen Struktur (zur Diskussion in der Literatur vergl. [Picot 1998, Winand 1998, Krystek 1997, Dier 1994]). Diese aufgabenorientierte Organisation unterstützt die Definition sogenannter Wechselwirkungen entsprechend den inhaltlichen Abhängigkeiten verschiedener Kontextbereiche (z.B. Energie: das energetische Konzept wird unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten entwickelt. Gestaltung: die Gestaltung der Gebäudehülle und die Ausrichtung des Gebäudes erfolgt zunächst unter formalen Gesichtspunkten). Die Definition von Abhängigkeiten und somit der Wechselwirkungen erfolgt durch die Instanz des sogenannten Kontextbereichsmoderators, welcher dabei entsprechend den inhaltlichen Anforderungen an die Projektarbeit (Abhängigkeiten von Anderen, in Beziehung stehenden Kontextbereichen) vorgeht. Eine detaillierte Beschreibung hierzu findet sich in [Müller 1999]. Abbildung 34 zeigt das Grundkonzept der aufgabenorientierten Organisationsstrategie zur Vernetzung der Kontextbereiche über Wechselwirkungen.

Abbildung 34

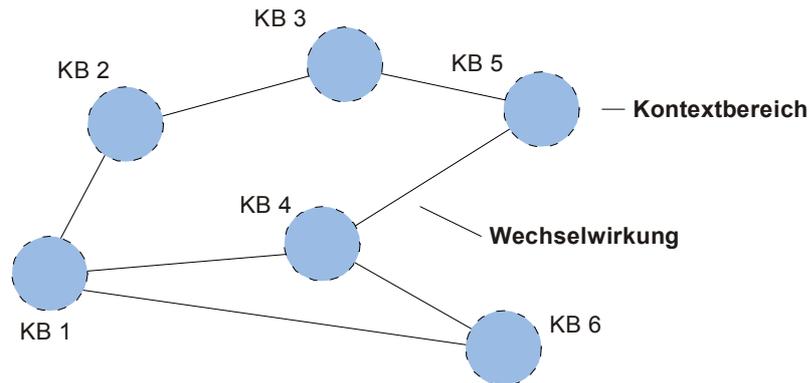
Organisationsstrategien



Entsprechend der im Planen und Bauen typisch dynamischen Projektentwicklung gestaltet sich die Definition von Wechselwirkungen auf der Grundlage inhaltlicher Abhängigkeiten der Kontextbereiche untereinander, bzw. in Abhängigkeit projektumfassender, und damit den einzelnen Kontextbereichen übergeordneter, Anforderungen. Wechselwirkungen symbolisieren somit auch die bereits erwähnte *inhaltliche Überlappung* verschiedener Kontextbereiche. Die initiale Definition von Wechselwirkungen richtet sich dabei explizit nach der *Möglichkeit* einer inhaltlichen Abhängigkeit, basie-

rend auf dem jeweiligen Stand des Projektes. Die Entwicklung von Kommunikationsbeziehungen und der Austausch von Inhalten erfolgt im Verlauf der Projektbearbeitung auf der Grundlage des Bedarfs. Abbildung 35 verdeutlicht die netzwerkartige Verbindung von Kontextbereichen über Wechselwirkungen als grundlegendes organisatorisches Element. Entsprechend ihrer Definition über thematische Schwerpunkte lassen sich die Kontextbereiche keiner fixen Position im Planungsraum zuordnen, Abstand und Verbindung untereinander unterliegen dabei der dynamischen Projektentwicklung.

Abbildung 35 **Vernetzung von Kontextbereichen**



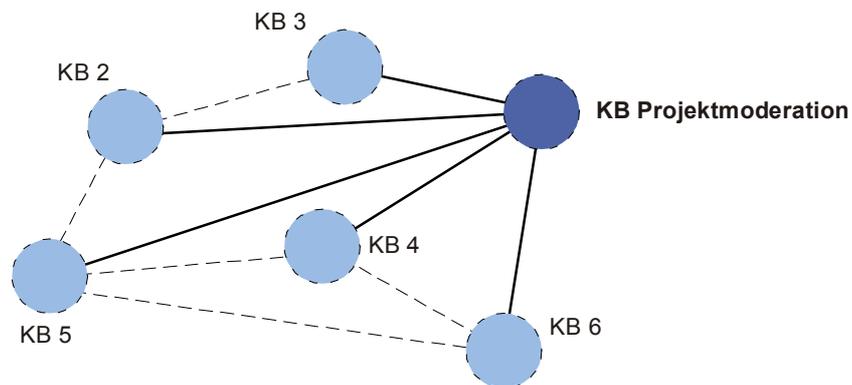
Der bereits angesprochene Prozeß der Initialisierung von Kontextbereichen ist eng an die Funktion des Kontextbereichsmoderators gekoppelt. Von einem evolutionären Standpunkt aus ergibt sich so die Notwendigkeit, über den initial existierenden Kontextbereich nicht nur Anforderungen, Ziele und Aufgaben themenbereichsspezifisch zu definieren, sondern auch die Entstehung weiterer Kontextbereiche zu ermöglichen. Ausgehend von der Notwendigkeit der initialen Projektentwicklung durch den Bauherrn und seiner Treuhänder wurde die Notwendigkeit einer ordnenden und strukturstiftenden Instanz als Element des Kooperationsmodells gesehen. Aufgrund der in Kapitel 3.2 geschilderten Anforderungen der teamorientierten Planung sollte diese Instanz neben der Strukturierung der Projektorganisation auch eine moderierende Funktion über den Planungsverlauf übernehmen.

*Kontextbereich
Projektmoderation*

In diesem Zusammenhang wird der initiale Kontextbereich *Projektmoderation* genannt, was seine Sonderstellung innerhalb des Planungsprojektes verdeutlicht. Der Kontextbereich Projektmoderation erfüllt in dieser Rolle zwei spezifische Funktionen. Zum einen erfolgt hierüber die Definition kontextbereichsübergreifender Anforderungen, sogenannter Globalziele, zum anderen wird hier die Projektstruktur initialisiert, d.h. neu Kontextbereiche werden benannt und initial mit einer Wechselwirkung zum Kontextbereich Projektmoderation verbunden. Daraus resultierend sind alle weiteren Kontextbereiche unabhängig von ihren jeweiligen Wechselwirkungen untereinander mit dem Kontextbereich Projektmoderation verbunden. Dies erlaubt die Kommunikation globaler Anforderungen und Ziele (z.B. Nutzungsanforderungen, technische Standards, Ressourcenbudgetierung) in die verbundenen Kontextbereiche, in welchen diese übergeordneten Vorgaben in die

Formulierung lokaler Anforderungen, Ziele und Aufgaben einfließen. Abbildung 36 verdeutlicht die übergeordnete Stellung des Kontextbereichs Projektmoderation. Bezeichnung und Reihenfolge der übrigen Kontextbereiche ist dabei beliebig bzw. erfolgt, wie bereits erläutert, durch die Moderatoren dieser neuen Kontextbereiche, auf der Grundlage projektspezifischer Anforderungen.

Abbildung 36 **Element Projektmoderation**



Element Anforderungen, Ziele, Aufgaben

Weitere organisatorische Kernelemente des Kooperationsmodells beziehen sich auf die Bearbeitung der Planungsaufgabe innerhalb der verschiedenen, anhand projektspezifischer Anforderungen definierten Kontextbereiche. In der folgenden Erläuterung [vergl. auch Müller 1999] wird mit Bezug auf die Umsetzung der Organisationsstruktur der Begriff *Funktionselement* verwendet. Dieser im Hinblick auf die technische Implementierung der Telekooperationsumgebung geprägte Begriff bezeichnet alle zur Projektbearbeitung erforderlichen Elemente, welche wiederum strukturelle Bestandteile des Kooperationsmodells sind. Wie in Kapitel 3.2 beschrieben, ist die Definition von Anforderungen, Zielen und daraus abgeleitet, die Definition entsprechender Aufgaben, integraler Bestandteil der anforderungsorientierten Planung.

Mit dem Funktionselement *Anforderungen, Ziele, Aufgaben* wird im Rahmen einer kontextspezifischen Arbeitsumgebung die Möglichkeit gegeben, Anforderungen und Ziele im kontextspezifischen Team bzw. den Teams zu definieren und daraus abgeleitet partizipativ Aufgaben zu benennen, welche wiederum von entsprechenden Akteuren übernommen werden. Entsprechend seiner übergeordneten Funktion spielt dieses Element im Kontextbereich Projektmoderation durch die Vorgabe globaler Rahmenbedingungen ebenfalls eine strukturstiftende Rolle. In den übrigen Kontextbereichen übernimmt dieses Element eine rein lokale Funktion.

Element Informationsobjekte

Wie eingangs erläutert, spielt die Visualisierung und Dokumentation planerischer Inhalte eine tragende Rolle bei der Überbrückung räumlicher und zeitlicher Grenzen. Die Zusammenarbeit der Planungsbeiliegten kann so als *informationsbasierte Kooperation* bezeichnet werden, d.h. alle Aktivitäten der Planungsbeiliegten erfordern entsprechende Maßnahmen zur Visuali-

sierung und Dokumentation. In Erweiterung traditioneller Formen des Informationsaustausches und Projekttreffen erfordert die Definition des Kooperationsmodells, mit Bezug auf die Implementierung einer Telekooperationsumgebung, die Integration sogenannter *Informationsobjekte* [vergl. Hecker 1999].

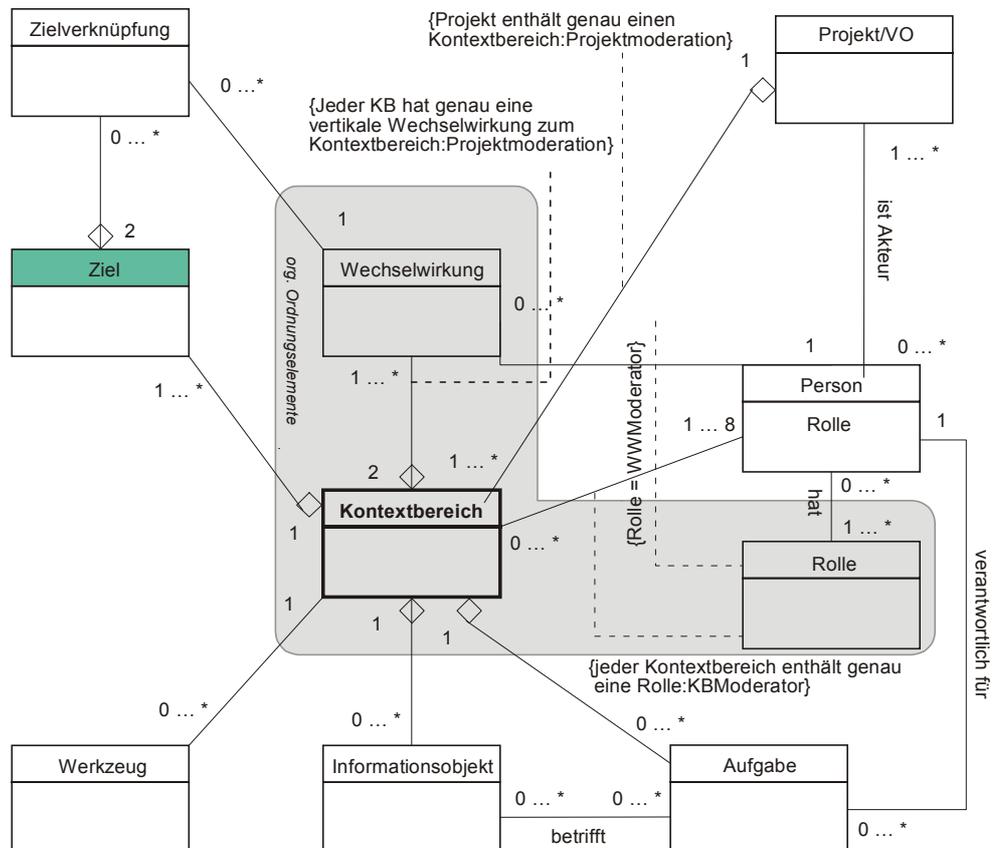
Element Werkzeuge

Das diskutierte Kooperationsmodell basiert des weiteren auf der Integration der zur Projektbearbeitung erforderlichen Werkzeuge (inhaltliche Bearbeitung wie z.B. CAD, AVA, Simulation etc. sowie Informationsgewinnung durch z.B. Informationsdatenbanken, computerbasiertes Training etc.). Die in Bezug auf ihren Einsatz bisher problematische Integration in den kooperativen Planungsprozeß (gemeinschaftliche Nutzung, problemspezifische Kooperation, Verfügbarkeit) ist zentraler Bestandteil einer eingehenden Diskussion in Kapitel 4.3.1.

Zusammenfassend soll an dieser Stelle die Struktur des Kooperationsmodells (Abbildung 37) auf der Basis der *Unified Modelling Language* (UML) dargestellt werden. Weitere detaillierte Erläuterungen hierzu, sowie die wichtigsten Gestaltungsrichtlinien für eine softwaretechnische Umsetzung, finden sich in [Müller 1999, Hecker 1999].

Abbildung 37

Struktur Kooperationsmodell [Müller 1999]



3.4 Zusammenfassung

Die Zusammenarbeit der an einem Bauplanungsprojekt beteiligten Akteure gestaltet sich in der Praxis äußerst vielschichtig. Dabei dominiert der Austausch von Arbeitsergebnissen einzelner Teilleistungen. Organisations- und disziplinübergreifende Kooperationen unter den Beteiligten bzw. den von einer Planungsteilleistung Betroffenen, erfolgen so selten auf der Prozeßebene. Diese, zur Bewältigung komplexer Problemstellungen allerdings erforderliche, Zusammenarbeit (dargestellt in Kapitel 2) kann durch die methodische Vorgehensweise aller Planungsbeteiligten unterstützt werden.

Vor diesem Hintergrund wurden in Kapitel 3 verschiedene Charakteristika des Entwurfsprozesses, dem sicherlich entscheidensten Vorgang in Bezug auf die Erfüllung des Bedarfs, dargestellt. Ziel war dabei die Darstellung des Wechselspiels zwischen Entwerfendem und den, den Entwurfsverlauf maßgeblich beeinflussenden Rahmenbedingungen (projektspezifische Anforderungen, beteiligte Akteure, Grad der Kooperation).

Desweiteren wurden verschiedene Lösungsansätze vorgestellt, den Planungsprozeß durch eine methodische Unterstützung zu beeinflussen. Die Anwendung von Methoden geht dabei vom bewußten Einsatz der als *Restriktionen* eingeführten Rahmenbedingungen aus. Anhand von Beispielen wurde erläutert, daß jegliches planerische Handeln solchen Restriktionen unterliegt (z.B. durch die sequentiell ausgelegte HOAI). Mit der Darstellung dieser bestehenden Restriktionen wurde zugleich ein Hinweis auf die mangelnde Rückkopplung verschiedener Planungsschritte im Sinne der in Kapitel 2.2.4 eingeführten Regelung gegeben. Als Beispiel für den methodenbasierten Ansatz einer Rückkoppelung in horizontaler- wie vertikaler Richtung (horizontale und vertikale Integration) wurde die Planungsphilosophie *integrale Planung* vorgestellt und diskutiert. Dieser Ansatz umfaßt dabei den gesamten Lebenszyklus einer Planungsaufgabe, was besonders in den frühen Phasen der Planung eine stark veränderte, ganzheitliche Vorgehensweise erfordert. Mit der Wertanalyse wurde der Ansatz einer methodenbasierten Teamarbeit vorgestellt und durch die kombinierten Elemente *Methoden*, *Teamarbeit* und *Management* charakterisiert. Mit der Abbildung des Wertanalyse Arbeitsplans auf die Phase 1 und 2 der schweizerischen LM95 wurde ein Beispiel für die Anwendung der Wertanalyse als Instrument zur Umsetzung eines integrierenden lebenszyklusbezogenen Planungsansatzes skizziert.

Zusammenfassend wurden die wichtigsten Punkte, aller unter dem Dachbegriff teamorientierte Bauplanung vorgestellten Methoden, unter Beachtung neuer, *IuK*-basierter Formen der Kooperation in ein allgemeines Planungsmodell der computerbasierten kooperativen Planung überführt. Dieses an der Unterstützung der traditionell in einem Planungsprojekt vertretenen Akteure orientierte Modell wird in Kapitel 4 durch die Definition zusätzlicher, in den Planungsprozeß integrierbarer Kompetenzen erweitert.

4 Vernetzte Kompetenzdomänen

Alles Wissen ist Erinnerung.

Hobbes

Welche strukturellen Ansätze kommen in Frage, um das Ziel einer verbesserten Vernetzung der Beteiligten in Bauplanungsprozessen zu erreichen? Welche, die individuellen Tätigkeiten der beteiligten Akteure unterstützenden Maßnahmen sind erforderlich, um deren Grad der persönlichen Reflexion des eigenen Handelns im Wechselspiel mit den anderen Akteuren, und somit im Kontext der Projektentwicklung zu erhöhen? Welche Möglichkeiten kommen in Frage, um das nur wenig genutzte Potential der prinzipiell zur Verfügung stehenden, fachspezifischen Information und Expertise im Kontext der Projektbearbeitung zu erschließen? Im folgenden werden, aufbauend auf den bereits erläuterten Kernaussagen, Strukturen skizziert, welche das Potential der vernetzungsbasierten Erschließung zusätzlicher planerischer Ressourcen verdeutlichen. Um die Bedeutung der Akteure im Vergleich zu den beteiligten Systemen in den Vordergrund zu stellen, wird in diesem Zusammenhang der Begriff der *Kompetenzdomäne* eingeführt.

4.1 Definition von Kompetenzdomänen

Der in Kapitel 3.3.3 erläuterte Begriff *Kontextbereich* basiert auf einer Bündelung verschiedener Planungsbeteiligter und auf der Grundlage einer gemeinsamen Sicht auf das Planungsprojekt. Die hierdurch verursachte Konzentration an sichtspezifischer Fachkompetenz und Wissen wurde mit dem Begriff der interdisziplinären *Kompetenzverdichtung* erläutert. Die in einem Kontextbereich vertretenen Akteure und damit die fachlichen Kompetenzen entsprechen dabei allerdings dem Abbild eines traditionellen Planerteams, zusammengesetzt aus Bauherr, Architekt, Fachingenieuren und, unter dem Aspekt der integralen Planung, den zukünftigen Nutzern und anderen an der Formulierung von Anforderungen beteiligten Akteure.

*klassischer
Ansatz: Integration*

Dieser Ansatz kann also zunächst einmal als die Integration der verschiedenen Beteiligten in eine gemeinsame Projektumgebung bezeichnet werden. Die Bereitstellung der persönlichen Kompetenz eines Akteurs erfolgt über die gemeinsame Planungsaufgabe bzw. im Rahmen der aufgabenspezifischen Kooperation. Eine Übertragung expliziten Wissens im Sinne der Erläuterung in (Kapitel 2.2.3 "Implizites / explizites Wissen," Seite 19) findet auf der Grundlage der Zusammenarbeit der Planungsbeteiligten statt. Implizites Wissen zu erwerben bzw. dieses den Projektbeteiligten zur Verfügung zu stellen ist aufgrund des hierfür erforderlichen hohen Zeitaufwandes

(Übungen, Training, learning by doing etc.) nur im Rahmen der Projektarbeit üblich, d.h. es handelt sich um einen Prozeß, der gewissermaßen von selbst und parallel zur eigentlichen Projektarbeit erfolgt. Folgendes Beispiel verdeutlicht dies: *Bei der Entwicklung des energetischen Konzeptes eines Gebäudes ist zunächst einmal die Fachkompetenz eines mit dieser Thematik vertrauten Akteurs (z.B. Fachplaner HLK etc.) erforderlich. Allerdings erfolgt die Anwendung seines Wissens auf das Planungsobjekt, also das Gebäude, im Wechselspiel mit anderen, an der Planung des Objektes beteiligten Akteuren (vergl. Kapitel 2.3 "Charakteristika der Bauplanung", Seite 26). Der Optimierungsprozeß ist somit immer auch an einen Abstimmungsprozeß gekoppelt, welcher die Vermittlung von Lösungswissen und Abhängigkeiten einschließt. Der mit der energetischen Optimierung befaßte Fachplaner muß so bis zu einem gewissen Grad seine Fachkompetenz anderen Akteuren zugänglich bzw. explizit machen, um für seinen Lösungsansatz zu werben oder auch um die wichtigen Schnittstellen zu den in Beziehung stehenden Entscheidungen bereitzustellen.*

Dieser in der integralen Planung mit dem Begriff der horizontalen Integration umschriebene Abstimmungsprozeß der Planungsbeteiligten geht somit von einer kontinuierlichen Zusammenarbeit der an der energetischen Optimierung beteiligten Akteure aus, um die Vermittlung expliziten Wissens zu ermöglichen. Alternative bzw. ergänzende Wege zur Vermittlung expliziten Wissens (Erschließung von neuen, an die eigene Projektarbeit angrenzender Themenbereichen) sind dagegen sehr zeitaufwendig und beschwerlich (Literaturstudium, Konsultation weiterer, nicht in das Projekt eingebundener Akteure).

Diese Situation verändert sich allerdings seit der Einführung von *luK*-Technologien. Lernprozesse, als Formen der Wissensübermittlung, lassen sich in vielen Themenbereichen auf der Grundlage z.B. sogenannter computerbasierter Trainingsprozesse (*CBT*) durchführen. Dieses *schlanke Training* [Schanda 1995] zeichnet sich durch eine erhebliche Zeit- und Kostenreduzierung, sowie durch einen effizienteren Einsatz der Bildungsressourcen aus. Besonders in großen Unternehmen mit einem kontinuierlichen Weiterbildungsprogramm für die Mitarbeiter (Banken, Verwaltung, etc.), führen diese Entwicklungen zu einer in der Literatur *Bildungs-Controlling* genannten Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen der Weiterbildung [vergl. Bürgel 1998, Schanda 1997]. Das *schlanke Training* steht so als bildungsökonomische Größe in einer Reihe mit *Lean Production* und *Lean Management*. Neben dieser Ökonomisierung der Weiterbildung ist aber ein weiterer, für die Vermittlung expliziten Wissens im Rahmen des Bauplanungsprozesses wegweisender Faktor, hervorzuheben.

*Weiterbildung
ohne Raum-Zeit-
Begrenzung*

Die bei der klassischen Vermittlung von explizitem Wissen erforderliche zeitliche Einteilung in *Arbeitszeit* und *Bildungszeit* basiert zunächst auf der Annahme, daß Lernprozesse im Arbeitsprozeß den Arbeitsfortschritt lediglich verlangsamten und ihn somit kostenintensiver gestalten. Die Erkenntnis des Wissensverfalls (vergl. Abbildung 7, Seite 21) und daraus resultierend

die Forderung nach lebenslangem Lernen ist erst wenige Jahrzehnte alt und beschränkt sich überwiegend auf die Weiterbildung außerhalb der beruflichen Tätigkeit. Im Planen und Bauen läßt sich dies mit folgender Situationskizze beschreiben: Ein Architekt, beauftragt mit der Entwicklung eines energetisch effizienten Einfamilienhauses, ist bei der Bearbeitung der Aufgabe typischerweise auf fachspezifisches (Energie), seine persönlichen Erfahrungen ergänzendes, explizites Wissen angewiesen.

Wie in der Abhandlung über das Thema der teamorientierten Bauplanung erläutert, erfordert dies aus methodischer Sicht die Integration zusätzlicher Akteure in den Entwurfsprozeß. Gerade bei kleinen Bauvorhaben (Einfamilienhaus) und in der Phase der Projektaquisition wird aber dieser erforderliche Teambildungsprozeß oft aus Zeit- und Kostengründen vermieden. Der Architekt versucht sich meist durch die telefonische Abstimmung mit einem bekannten Fachplaner oder durch ein einschlägiges, sehr begrenztes Literaturstudium das erforderliche Wissen bruchstückhaft anzueignen. Die weitere Vertiefung mit der Thematik erfolgt typischerweise im Rahmen von Workshops, Seminarveranstaltungen und Konferenzen, also einer zeitlich von der eigentlichen Problembearbeitung entkoppelten Tätigkeit.

Die Übertragung der reinen Abbildung von Wissen (z.B. Fachliteratur) sowie die Integration interaktiver Trainingsprozesse, welche de facto abgebildetes Wissen enthalten, auf computerbasierte Trainingssysteme (CBT) bietet das Potential

- der Aufhebung räumlicher Entkopplung durch eine direkte Interaktion des Benutzers mit abgebildetem Wissen,
- sowie der Aufhebung der zeitlichen Entkoppelung von Problemsituation und der Vermittlung des Lösungswissens.

Durch die zusätzliche Bereitstellung solcher interaktiver Trainingsprozesse über Datennetze (vergl. Fernuniversitäten [Hagen]) ist der Zugang zu explizitem Wissen lediglich an das Vorhandensein einer entsprechenden Benutzerschnittstelle (Computer) gebunden. Explizites Wissen kann somit zu beliebiger Zeit an beliebigem Ort zur Verfügung gestellt werden, einer direkten Integration in den Arbeitsprozeß steht somit grundsätzlich nichts im Weg.

*Integration in den
Planungsprozeß*

Diese Strukturskizze zur alternativen Vermittlung expliziten Wissens ist Grundlage der weiteren Betrachtungen von möglichen Integrationsformen dieser Ressourcen in den Planungsprozeß. Dachbegriffe, welche vergleichbare Entwicklungen umschreiben (z.B. *Wissensmanagement* [vergl. Petkoff 1998, Bürgel 1998], und *Datawarehousing* [vergl. Inmon 1996]) werden aufgrund ihres strukturell unterschiedlichen Fokus (Datawarehousing = Unternehmensbezug) bzw. wegen der in der Literatur ungenügend differenziert dargestellten Bezüge im weiteren Verlauf vermieden (Wissensmanagement: Die Definition des Begriffs reicht vom reinen Informationsmanagement

(vergl. Abbildung 6, Seite 18) bis zur Umschreibung von Wissensmanagement als Organisations- und Managementlehre [Petkoff 1998]). Ein klarer Baubezug der Ausführungen, insbesondere unter dem Aspekt einer projektspezifischen Organisationsstruktur, kann so eingehalten werden. Zusammenfassend soll daher nochmals auf den Kontextbereich als Organisationselement verwiesen werden, welcher allerdings, entsprechend den vorangegangenen Erläuterungen zum Kooperationsmodell [Müller 1999] proprietär die Integration der unter einer Sicht zusammengefaßten Planungsbeteiligten zum Ziel hat.

interne vs. externe Ressourcen

Neben dieser, für die Kooperation der Planungsbeteiligten wichtigen Organisationsstruktur, wird im weiteren die Ergänzung der mit dem Begriff *Kompetenzverdichtung* umschriebenen Konzentration planerischer Ressourcen (Akteure, Informationen, aufbereitetes explizites Wissen (z.B. Literatur) und Ressourcen zur fachlichen Weiterbildung) um sogenannte *externe Ressourcen* dargestellt. Die Unterscheidung in interne und externe Ressourcen leitet sich aus der Darstellung des traditionell (aus Kosten- und organisatorischen Gründen) relativ begrenzten Kreises der Planungsbeteiligten ab. Tabelle 15 stellt den Status Quo der eingesetzten Ressourcen (interne Ressourcen) der potentiellen Erweiterung (externe Ressourcen) begrifflich gegenüber. Die potentielle Erweiterung des Spektrums um externe Ressourcen basiert dabei auf dem Einsatz einer Telekooperationsplattform entsprechend der strukturellen Beschreibung in Kapitel 3.3 bzw. wie im weiteren in Kapitel 4.2.3 dargestellt. Besonders die unter dem Aspekt Akteur aufgeführten externen Ressourcen stellen sich vor dem Hintergrund einer technologiebasierten Integration in die Arbeitsumgebung des Projektteams in neuem Licht dar. Gutachter werden in der traditionellen Planung von Fall zu Fall in den Planungsprozeß mit einbezogen (Fassade, Wärmeschutznachweis, etc.). Die Projektbearbeitung auf der Grundlage einer Tele-

Tabelle 15

Gegenübestellung interner- und externer Ressourcen

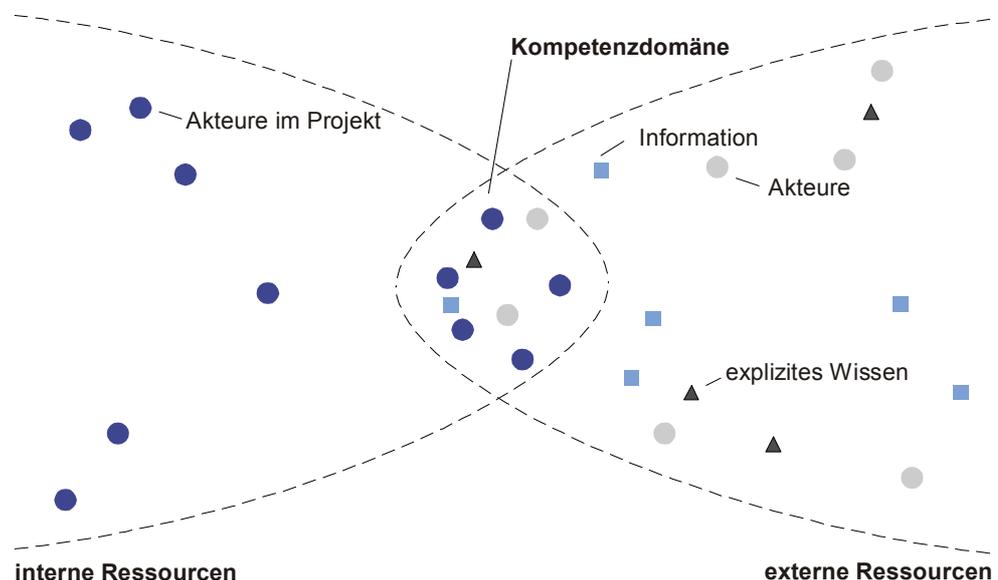
Aspekt	interne Ressourcen	externe Ressourcen
Akteur	Bauherr, Nutzer, Architekt, Fachingenieur etc.	Gutachter, Projektpate, zeitlich begrenzt eingebundene Experten
Information	Projektbezogene Informationsobjekte	Grundlageninformation: Material, Recht, Referenzprojekte etc.
explizites Wissen	Abhängig vom Grad der Kooperation	Fachliteratur, Diskussionsforen, CBT-Prozesse (Angebot)
implizites Wissen	Zugewinn im laufenden Prozeß	...

kooperationsplattform ermöglicht es darüber hinaus, bei Bedarf problembezogenen Experten bzw. mit der Problematik vertraute Akteure auf Beobachterbasis (z.B. als Projektpate) hinzuzuziehen und basierend auf der

in Abbildung 32, Seite 80 skizzierten Projektrepräsentation in den Arbeitsprozeß zu integrieren. Die Motivation zur Umsetzung entsteht zum einen aus der Vergrößerung des Lösungsraumes durch zusätzliches planerisches Wissen, zum anderen durch die im Vergleich zur traditionellen Planungsweise wesentlich geringeren Kosten, verbunden mit der Integration solcher externer Ressourcen. In Erweiterung zu der bereits dargestellten Integration der am Planungsprozeß beteiligten Akteure in Kontextbereichen führt die Integration zusätzlicher planerischer Ressourcen zu einer Überlagerung sichtspezifischer externer und interner Ressourcen. Dies führt somit zur Vorherrschaft (lateinisch = Domäne) einer bestimmten Kompetenz, eine sogenannte *Kompetenzdomäne* entsteht. Abbildung 38 verdeutlicht den Entstehungsprozeß einer Kompetenzdomäne durch Überlagerung verschiedener, sichtspezifischer Fachkompetenzen und Ressourcen.

Abbildung 38

Entstehung einer Kompetenzdomäne durch Überlagerung



Mit Blick auf das in Kapitel 3.3.3 auf der Grundlage von spezifischen Sichten entwickelte Kooperationsmodell (Projektspezifisch definierte und über Wechselwirkungen verknüpfte Kontextbereiche als zentrale Elemente) lassen sich Kompetenzdomänen diesen Kontextbereichen als resultierendes Element der Kompetenzverdichtung innerhalb eines Planungsprojektes zuordnen. Die Kompetenzverdichtung externer Ressourcen erfolgt dagegen beliebig bzw. ist bisher nicht strukturiert. Bei der Betrachtung der Frage, was hier zu einer Verdichtung führen könnte, liegt der Vergleich mit Printmedien (z.B. Fachliteratur) nahe. Ohne *IuK*-technologischen Hintergrund erzeugt hier allein die Nachfrage nach verdichtetem explizitem Wissen, sichtspezifischer Information und dem Bedarf nach ansprechbaren Akteuren eine Kompetenzverdichtung. So sind z.B. bauspezifische Fachzeitschriften eine Quelle fachlicher Information, von explizitem Wissen (wenn in angemessen qualifizierter Form dargestellt) und Kontakten zu entsprechend kompetenten Akteuren. Allerdings ist dies ein statisches Abbild, eine Kompetenzdomäne ohne unmittelbare Interaktionsmöglichkeit, da nur ein pauschaler Bedarf

und nicht wie im Falle des Kooperationsmodells eine individuelle Problemlage den Anstoß zur Verdichtung gibt. Allgemein betrachtet erfordert die Entstehung einer Kompetenzdomäne demnach die Möglichkeit der dynamischen und bedarfsorientierten Interaktion verschiedener Ressourcen auf der Basis einer spezifischen und daher integrierenden Sicht. Überleitend zu den organisatorischen und technischen Voraussetzungen der Bildung von Kompetenzdomänen werden im folgenden Kapitel die Grundlagen der Vernetzung von Kompetenzdomänen behandelt.

4.2 Grundlagen der Vernetzung

Im Grunde sind es doch die Verbindungen mit den Menschen, welche dem Leben seinen Wert geben.

Wilhelm von Humboldt

Die Entstehung einer Kompetenzdomäne basiert, wie bereits erläutert, auf der Verdichtung verschiedener Ressourcen und Kompetenzen. Dieser Vorgang findet entweder im Rahmen eines Kontextbereiches (Grundlage: Kooperationsmodell) oder davon unabhängig auf der Grundlage eines sichtspezifischen Bedarfs statt. Dabei basiert dieses Element auf bedarfsorientierten Kommunikationsstrukturen, bzw. auf projektspezifischen Kommunikationsstrukturen im Rahmen eines Kontextbereiches. Neben der Kompetenzverdichtung als konstituierendes Element spielen diese Kommunikations- und Kooperationsstrukturen eine zentrale Rolle. Die Kompetenzdomäne lebt somit vom und durch den Austausch von Information.

Kompetenzverdichtung durch Vernetzung

Während im Rahmen einer Kooperationsumgebung solche Kommunikations- und Kooperationsstrukturen durch die Projektarbeit bzw. durch die dieser Projektarbeit zugrundeliegende Methodik vorgegeben werden, entwickeln sich Kommunikations- und Kooperationsstrukturen außerhalb einer solchen Umgebung allein durch den Bedarf der Verdichtung. Mit Bezug auf das Beispiel der Fachliteratur läßt sich dieser Bedarf dadurch veranschaulichen, daß es denjenigen, welche von dem umfassenden Angebot an Kompetenz und Ressourcen (der Verdichtung) profitieren, also den Lesern, nicht möglich wäre, im individuellen Kontext dieselben Ressourcen und Kompetenzen zu bündeln und umgekehrt die Verdichtung von Kompetenzen den Akteuren zugute kommt, indem sie im Prozeß neue Kommunikations- und Kooperationsstrukturen erzeugt. In diesem Zusammenhang kann so auch von einer *Vernetzung* der in Tabelle 15, Seite 92 dargestellten Ressourcen Akteure, Information und explizites Wissen zu miteinander verbundenen Kompetenzdomänen gesprochen werden. Mit Verweis auf Kapitel 2.2.4 "Komplexität", Seite 22, wird dieser Vorgang als die Entstehung eines Systems bezeichnet. Im Vergleich zu einem vernetzten Denkansatz [vergl. Picot 1998] kann auch hier von der Entstehung eines breiten Horizonts, dem Potential zur Erfassung größerer Zusammenhänge, gespro-

chen werden. Wie die Erläuterungen zum Kooperationsmodell basiert dieser Vernetzungsansatz auf *IuK*-Technologien, wie z.B. einer Telekooperationsumgebung bzw. in Bezug auf die externen Kompetenzdomänen auf einem entsprechend erweiterten softwaretechnischen Konzept. Computernetzwerke bilden die technischen Voraussetzungen für die Entwicklung von Kommunikations- und Kooperationsumgebungen, unabhängig von ihrer Anwendung (unternehmensspezifisch, unternehmensübergreifend oder auch privat). Neben dem weltumspannenden Internet, welches in den 60er Jahren als Projekt des *U.S. Department of Defence* entwickelt wurde, und seinem populären, seit Beginn der 90er Jahre entstandenen Bereich des World Wide Web (WWW) seien mit Bezug auf die weiteren Ausführungen verschiedene Typen an Netzwerken eingeführt.

- Der von Steve Tellen 1993 geprägte Begriff *Intranet* umschreibt ein auf dem Internet Protokoll (*IP*) basierendes Netzwerk innerhalb einer Organisation bzw. organisationsübergreifend. Nur Mitglieder des Unternehmens oder bei unternehmensübergreifenden Intranetzen, Mitglieder eines der eingebundenen Unternehmen, haben Zugang zu diesem Netzwerk.
- Der 1996 von Bob Metcalfe geprägte Begriff *Extranet* bezieht sich auf ein ebenfalls *IP*-basiertes Intranet, welches allerdings externen Geschäftspartnern einer Organisation wie z.B. Kunden, freien Mitarbeitern, etc. über ein sicheres Übertragungsprotokoll offensteht.

Diese Netze haben starken Einfluß auf die schnelle Entwicklung der Kommunikation und Kooperation innerhalb von Organisationen und über Organisationsgrenzen hinweg. Auf diesen Vernetzungsmöglichkeiten aufbauend entwickelten sich in den letzten Jahren in vielschichtiger Weise neue Unternehmensstrukturen. Der Begriff der virtuellen Organisation steht mit dieser Entwicklung in enger Verbindung. Für die Überführung des Kooperationsmodells in eine Telekooperationsplattform ist die Überleitung der Anforderungen an die Organisationsstruktur vor dem Hintergrund der zur Verfügung stehenden *IuK*-Technologien erforderlich. Durch die für das Planen und Bauen kennzeichnenden Formen der Zusammenarbeit (räumlich / zeitlich verteilt, organisationsübergreifend) ist daher eine Betrachtung vergleichbarer Organisationsformen erforderlich. Wurde das Kooperationsmodell bauplanungsspezifisch entwickelt und vorgestellt, so ist im weiteren Verlauf eine Betrachtung der vom Planen und Bauen zunächst unabhängigen Entwicklungen sinnvoll. Durch wachsende technologische Einflüsse und den daraus entstehenden Möglichkeiten werden diese, überwiegend aus der Organisationstheorie stammenden Ansätze der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit, für die Bearbeitung der Problemstellungen im Planen und Bauen relevant. Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Einführung in die Thematik der virtuellen Organisation, unter Betrachtung überwiegend struktureller und organisatorischer Gesichtspunkte. Zusätzlich werden durch die Vorstellung technologischer Aspekte weitere Umsetzungsgrundlagen einer bauplanungsspezifischen Telekooperationsumgebung geschaffen.

4.2.1 Organisatorisch: Die virtuelle Organisation

Wie in anderen Bereichen der Wirtschaft ist derzeit eine starke, durch die Einführung von Informations- und Kommunikationstechnologien geprägte Veränderung im strukturellen Aufbau vieler Planungsbüros zu beobachten [vergl. Fink 1998, Petkoff 1998, Tapscott 1997]. Gerade für kleinere und mittlere Unternehmen stellt der technologische Wandel mit der Neudefinition der Arbeitsweise eine große Herausforderung dar. Für die Unternehmen entstehen damit aber auch Chancen, die eigene Position am Markt neu zu definieren [Pfaus 1998]. Außerhalb der Baubranche und gerade in größeren Organisationen wird dieser Veränderungsprozeß häufig mit den Begriffen *Business Reengineering* und *Business Process Management* umschrieben. Im Vergleich zu früheren Formen der Ablauforganisation, bei welchen mit dem Prinzip der Arbeitsteilung nach Adam Smith (vergl. Kapitel 2.1 "Produktion", Seite 5) und einer daraus resultierenden Spezialisierung und Fragmentierung des Produktionsprozesses große Skaleneffekte bei der Produktivitätssteigerung erzielt wurden, steht nun das fundamentale Überdenken geschäftlicher Prozesse mit dem Ziel einer Verbesserung von Qualität, Service und Ablaufgeschwindigkeit im Vordergrund. Die Umsetzung erfolgt durch den Versuch, Regeln für die Entwicklung von Gestaltungsmodellen und einer Geschäftsprozeßoptimierung in der unternehmerischen Praxis auszuarbeiten. Im Ergebnis entsteht eine effizientere Nutzung der unternehmensspezifischen Ressourcen (Akteure, aufbereitetes implizites Wissen, Information) sowie die Verbesserung strategischer Wettbewerbsvorteile [vergl. Petkoff 1998, Porter 1996, Dier 1994].

Virtualisierung körperlicher Strukturen

Im Zuge der fortschreitenden Durchdringung von Wirtschaft und Gesellschaft mit den verschiedensten *IuK*-Technologien ist gerade bei der Bearbeitung traditionell realer Objekte (vergl. Planen und Bauen) ein Verlust körperlicher Strukturen zu beobachten. Diese Entwicklung wird häufig als Virtualisierung bezeichnet. Der Begriff *Virtuell* stammt aus dem Lateinischen (*vis / vires*) und kennzeichnet ein Objekt oder System als etwas der Möglichkeit nach Vorhandenes, das seine Existenz aber nicht aus realer Körperlichkeit, sondern aus *IuK*-gestützten Strukturen heraus erlangt. Zusammenfassend definiert Vilém Flusser [Flusser 1996] Virtualität als eine Summe von Möglichkeiten, welche kraft spezifischer Methoden ins Reale übertragen werden können.

Virtuelle Organisationsstrukturen zeichnen sich besonders durch eine räumliche- und zeitliche Verteilung bestimmter unternehmensspezifischer oder unternehmensübergreifender Aufgaben sowie der mit diesen Aufgaben beschäftigten Personen aus. Die zur Bearbeitung von Aufgaben erforderlichen Informationsobjekte sind dabei gleichermaßen verteilt (vergl. Erläuterung in Kapitel 3.3.2 "Zielsetzung Kooperationsmodell", Seite 74). In ihrer Maßstäblichkeit umfaßt räumliche Verteilung dabei z.B. das Gebäude eines kleineren Unternehmens oder auch kontinent- und weltumspannende Kooperationsnetze (vergl. Einführung Intranet / Extranet / Internet). Die Verknüpfung von Personen und Aufgaben erfolgt dabei auf der Grundlage von

Informations- und Kommunikationstechnologien (z.B. vernetzte Computerarbeitsplätze, Videokonferenzen, e-mail, etc). Der materielle Transport und Austausch von Dokumenten und anderen Informationsressourcen erfolgt dabei nicht mehr über traditionelle Dienstleister wie Post oder Kurierdienste, sondern rein telekommunikativ auf der Grundlage von Datenübertragungsnetzen.

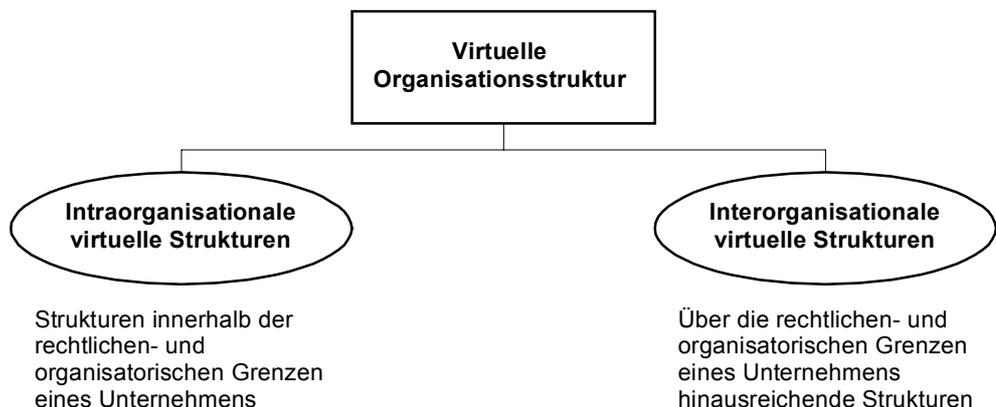
Organisation vs. Unternehmen

Für die weitere Betrachtung virtueller Organisationsstrukturen im Bauwesen muß zunächst zwischen *Organisation* und *Unternehmen* unterschieden werden. Der Begriff *Organisation* beschreibt die Existenz einer Systematik, welche mit Bezug auf eine Aufgaben- oder Problemstellung von den beteiligten Akteuren angewandt wird. Dabei spielt die Anzahl der Beteiligten sowie deren Zugehörigkeit zu einem oder verschiedenen Unternehmen keine Rolle. Eine *Organisation* kann daher verschiedene Unternehmen umfassen, welche sich zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung zusammenschließen. Bei der Bearbeitung einer Bauaufgabe kommt es typischerweise zum Zusammenschluß einer Mehrzahl an Unternehmen, welche wiederum, begrenzt auf die Projektlaufzeit, eine *Organisation* bilden. Die Struktur der *Organisation* hat dabei die Erfüllung der Planungsaufgabe zum Ziel und erlaubt dabei einen dynamischen Ein- und Austritt beteiligter Unternehmen in diese *Organisation*.

Besonders in Bezug auf das Bauwesen, welches sich durch den genannten, projektbezogenen Zusammenschluß einer Vielzahl von Unternehmen auszeichnet, muß zunächst zwischen *intraorganisationalen* und *interorganisationalen* Strukturen einer virtuellen *Organisation* unterschieden werden (vergl. Abbildung 39). Der bisher am weitesten verbreitete Ansatz virtueller Organisationen ist allerdings im Bereich der Entwicklung intraorganisationaler Strukturen zu finden.

Abbildung 39

Grundformen virtueller Organisationsstrukturen



Dies liegt zum einen an den größeren rechtlichen Spielräumen einer einzelnen *Organisation* (Aufgaben und Rollen einzelner Akteure können in den Grenzen der zur Verfügung stehenden Ressourcen frei vergeben werden) zum anderen am Grad der Flexibilität.

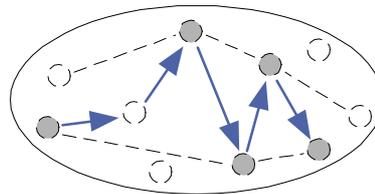
*Intraorganisatio-
nale Struktur*

Der Nutzen einer rein intraorganisationalen virtuellen Unternehmensstruktur wird, abhängig von der Ausbildung von Schnittstellen zu anderen Organisationen, stark eingeschränkt - oder im Falle einer guten Abstimmung - bedeutend erhöht. Wie in anderen Bereichen der Wirtschaft, so stehen intraorganisationale Strukturen derzeit im Mittelpunkt der Bemühungen vieler Unternehmen im Bauwesen. Besonders größere Unternehmen oder solche mit einer räumlichen Verteilung der Mitarbeiter auf mehrere Standorte profitieren dabei rasch von diesen neuen Strukturen. Beispiele mit hohem Nutzen belegen dies [vergl. Müller 1998]. Allerdings ist der für eine Virtualisierung individueller Unternehmensstrukturen erforderliche Abstimmungsprozeß, bezogen auf Arbeitsweise und Datenformate, in vergleichbarer Weise bei der Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen erforderlich.

Dabei besteht die Gefahr, daß durch einseitige Konzentration auf die intraorganisationalen Strukturen und einem damit verbundenen Mangel an Schnittstellen zu anderen Unternehmen eine unternehmensweite Insellösung verfolgt wird, welche sich langfristig als hinderlich in der projektbezogenen Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen und somit als Wettbewerbsnachteil erweisen kann. Abbildung 40 verdeutlicht die gekapselte, leicht formalisierbare (wiederkehrende Abläufe) intraorganisationale Struktur.

Abbildung 40

Intraorganisationale Struktur



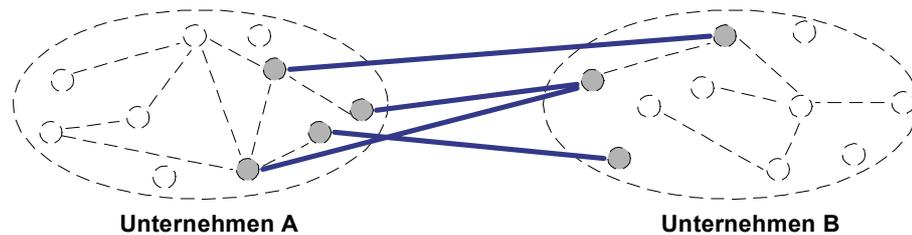
*interorganisatio-
nale Struktur*

Die Verknüpfung verschiedener Unternehmen auf einen bestimmten Zeitraum (gemeinsames Projekt, Serie gemeinsamer Projekte) wird dabei als interorganisationale Unternehmensstruktur bezeichnet. Unternehmen, welche in diesem Sinne ihr *Produkt* ausschließlich in Kooperation mit anderen Unternehmen herstellen, sind daher auf die Abstimmung eigener, intraorganisationaler Unternehmensstrukturen mit den zur Kooperation erforderlichen interorganisationalen Strukturen angewiesen. Abbildung 41 verdeutlicht die dynamische, durch bedarfsorientierte Verbindungen gekennzeichnete (einmalige Abläufe), interorganisationale Struktur.

Die Vorzüge dieser Organisationsform wurden bereits vor der Entwicklung der für eine Virtualisierung erforderlichen technischen Merkmale entdeckt und genutzt. Anhand folgender Beispiele soll der Strukturansatz verdeutlicht werden:

- **Textilproduktion:** in der Prato Region, Italien: Massimo Menichetti erbt in den frühen siebziger Jahren ein schlecht laufendes Familienunternehmen in der Textilindustrie. Um zu retten was zu retten war, teilte Manichetti das Unternehmen in acht verschiedene Firmen auf. Den Großteil

Abbildung 41 Interorganisationale Struktur



des Aktienkapitals verkaufte er an seine wichtigsten Angestellten und verlangte dafür, daß mindestens 50% der Produktverkäufe aller acht neuen Firmen an Unternehmen außerhalb des alten Unternehmens erfolgen sollten. Innerhalb der nächsten drei Jahre erfolgte bei den acht Unternehmen eine völlige Umstrukturierung, welche in einem Zuwachs der Produktivität und Maschinenausnutzung resultierte. Dieses Modell wiederholte sich in der Prato Region in den darauf folgenden Jahren mit dem Ergebnis, daß 1990 über fünfzehntausend Unternehmen mit durchschnittlich weniger als fünf Mitarbeitern in der Region aktiv waren.

- **Filmindustrie:** In der Filmindustrie wurden Formen der projektbezogenen Organisation bereits vor ca. 40 Jahren entwickelt. Als Reaktion auf den Niedergang der großen Studios in Hollywood, welche sich durch eine vertikal integrierte Maschinerie der Massenproduktion von Filmen darstellte, entwickelten sich neue Strukturen der Filmproduktion, welche sich durch den projektspezifischen Zusammenschluß vieler beteiligter Unternehmen auszeichneten. Die großen Studios übernahmen dabei lediglich die Finanzierung, das Marketing und den Vertrieb. Die Projektorganisation oblag der Summe der Beteiligten. Diese Struktur ist bis heute erhalten, wobei oft viele hunderte beteiligte Akteure und kleine Unternehmen an einer Produktion beteiligt sind.

Gerade Aufgaben, welche die Mitarbeit ausschließlich projektbezogener Unternehmen und Akteure erfordern, haben, wie anhand der Beispiele deutlich wurde, bereits in der Vergangenheit zur Entwicklung entsprechender Strukturen eines *Management by Projects* mit entsprechender Dynamik geführt. Tabelle 16 faßt die angesprochenen Unterschiede intraorganisationaler vs. interorganisationaler Unternehmensstrukturen zusammen.

Da es sich gerade bei kleineren Unternehmen oft um eingespielte Teams mit guten Kommunikationsstrukturen, bekannten Hierarchien und Kompetenzen handelt, ist die Definition einer diesen individuellen Umständen entsprechenden virtuellen Struktur mit vertretbarem Aufwand möglich. Bei der Umsetzung virtueller Strukturen macht sich dabei der hohe Wiederholungsgrad der Abhängigkeiten und Beziehungen rationalisierend bemerkbar. Die Idee der Standardisierung von Abläufen, Strukturen und Produkten mit dem Ziel, den monetären Aufwand der Strukturentwicklung auf eine Vielzahl an

Produkten und Tätigkeitszyklen zu verteilen, spielt daher bei diesen Entwicklungen eine bedeutende Rolle (vergl. Kapitel 2.1 "Produktion", Seite 5). Intra- und interorganisationale Strukturen stehen in enger Beziehung zueinander. Sowohl aus technischen wie auch aus wirtschaftlichen Gründen können sie sich häufig gegenseitig bedingen.

Tabelle 16 **Intraorganisationale vs. interorganisationale Struktur**

Aspekt	Intraorganisational	Interorganisational
Strukturmerkmal	Strukturen innerhalb der rechtlich-organisatorischen Grenzen eines Unternehmens. Projektorganisation häufig als statische Ordnung von Abläufen.	Strukturen, welche die rechtlich-organisatorischen Grenzen mehrerer Unternehmen überspannen. Dynamische Projektorganisation.
Ziele	Integration aller unternehmensweiten Aufgabenkomplexe in bereichsübergreifendem Rechnerverbund. Schaffung eines durchgängigen intraorganisationalen Informationsflusses.	Bearbeitung überbetrieblicher Aufgabenkomplexe mittels eines organisationsübergreifenden Rechnerverbundes. Schaffung eines durchgängigen interorganisationalen Informationsflusses.
Nutzen	Bessere Verknüpfung innerbetrieblicher Ressourcen. Unterstützung optimierter ablaufspezifischer und hierarchischer Strukturen. Bündelung von Kompetenzen.	Verbindung mehrere Transaktions- und Kooperationspartner. Unterstützung problemspezifischer Kooperationsstrukturen. Vernetzung von Kompetenzen.
Problematisch	Tendenz zur "Insellösung". Mangelnde Flexibilität. Keine oder nur geringe Schnittstellen zu anderen Unternehmen.	Ineffizienz mangels fehlender Integration innerbetrieblicher Informationsflüsse. Fallspezifische Abstimmung der Kooperation. Datenintegration Schnittstellen zu anderen Unternehmen.

Datenintegration und Standardisierung

Um in einer virtuellen Unternehmensstruktur einen durchgängigen, rechnergestützten Informationsfluß durch alle Bereiche eines Unternehmens, bzw. in interorganisationalen Strukturen über Unternehmensgrenzen hinweg zu realisieren ist es erforderlich, die Nutzung gleicher Daten durch verschiedene informationsverarbeitende Systeme zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang wird in der Literatur von *Datenintegration* gesprochen [Fink 1998, Scheer 1996, Kurbel 1993]. Im Rahmen einer intraorganisationalen Unternehmensstruktur erfordert dies die Definition sämtlicher Schnittstellen zwischen den verschiedenen Bereichen, sowie die Bereitstellung einer

gemeinsamen Datenbasis, in welcher alle gemeinsamen betriebswirtschaftlichen und technischen Daten redundanzfrei vorgehalten werden.

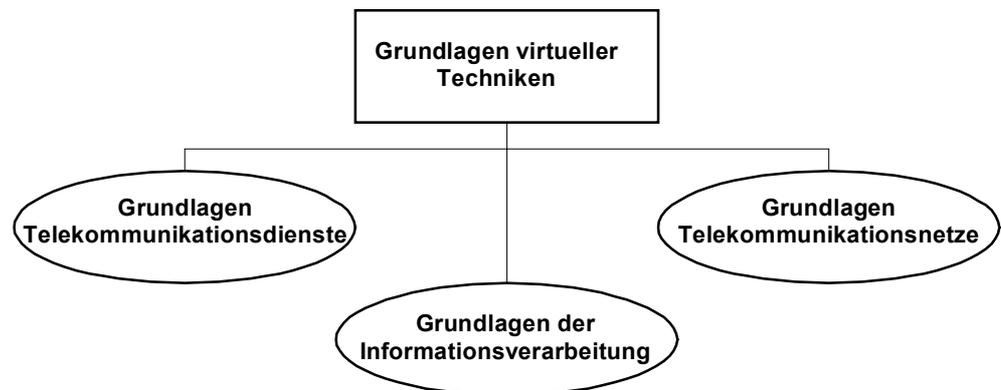
Im Vergleich zu Bereichen der Wirtschaft, in welchen die Bereitstellung und Manipulation betriebswirtschaftlicher Daten im Mittelpunkt der Aktivitäten steht (Banken, Versicherungen, Vertrieb), liegt der Schwerpunkt im Bauwesen auf der Bearbeitung des Planungsobjektes, welches neben wenigen, auf der Grundlage von Texten beschriebenen Sachverhalten, hauptsächlich durch zwei- und dreidimensionale Darstellungen repräsentiert ist. Mit der Entwicklung von Weltstandards wie z.B. EDIFACT (branchen- und länderübergreifender Datenaustausch) und auf der Netzwerkebene mit z.B. Referenzmodellen wie *Open Systems Interconnection (OSI)* der *International Standardization Organization (ISO)* wurden erste Erfolge bei der Unterstützung einer einheitlichen Architektur offener Systeme erzielt [Deutsch 1995].

virtuelle Techniken

Die in den letzten Jahren sprunghaft angestiegene Nutzung des Internets, auf der Grundlage des Protokollsatzes *Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP)* und insbesondere des multimedialen Teils, dem *World Wide Web (WWW)*, haben den Einsatz *virtueller Techniken* weiter stark vorangetrieben. Die drei Hauptbereiche Telekommunikationsdienste, Telekom-

Abbildung 42

Grundlagen virtueller Techniken



munikationsnetze und die zur Verarbeitung der Information erforderlichen Einrichtungen bieten dabei die Grundlagen der virtuellen Techniken. Neben den bereits erwähnten Entwicklungen im Bereich der IuK-Technologien sind für das Planen und Bauen vor allem die Grundlagen der Informationsverarbeitung (Datenintegration auf der Programmebene) ausschlaggebend für eine weitere Entwicklung virtueller Strukturen. Die Standardisierungsbemühungen auf dem Gebiet der Produktmodellierung, z.B. *STEP/Express* und *IFC*, befinden sich aber nach wie vor am Beginn (vergl. [Hinkelmann 1999], *IFC-Dokumentation der International Alliance for Interoperability [IAI 1997]*). Gerade bei der Zusammenarbeit auf der Inhaltsebene und hier beim Austausch von Anwendung zu Anwendung (horizontale Integration) kommt es häufig zu redundanter Datenhaltung, Datenverlusten oder Inkompatibilität.

Benutzerschnittstellen

Bei der Umsetzung virtueller Unternehmensstrukturen spielt neben den Organisations- und Kooperationsformen der Beteiligten die Darstellung der zu bearbeitenden Inhalte eine zentrale Rolle. Bedingt durch die räumliche Trennung der Beteiligten ist die Bandbreite bei der Zusammenarbeit stark eingeschränkt. Neben dem Austausch von Dokumenten, Sprache und visueller Verbindung der Akteure (Telefon/Videokonferenz) besteht für die Beteiligten keine Möglichkeit, wichtige Signale der Körpersprache zu erfassen. Dadurch erhöht sich die Anforderung an die adäquate Darstellung von Arbeitsergebnissen, eines Arbeitsansatzes oder einer Idee.

Kooperationsgrundlage ist in diesem Sinne das gegenseitige Verständnis für eine Handlung (vergl. Kapitel 2.3.1 "Multidisziplinäre Projektteams", Seite 27). Das Verständnis für eine Handlung basiert auf der Darstellung und / oder der Erläuterung derselben. Gerade im Baubereich ist die Entwicklung neuer Darstellungsformen wie z.B. die der *virtuellen Realität (VR)*, welche durch Simulation und Animation die Schaffung virtueller Welten ermöglicht, Grundlage umfassenderer Erläuterungen eines Sachverhaltes, einer Lösung, oder von Lösungszielen. In Form eines naturalistischen Abbildes der geplanten Wirklichkeit können so existierende und geplante Objekte in der Virtualität zusammengeführt werden, womit den Bearbeitern erweiterte Möglichkeiten des Erkenntnisgewinns erwachsen und somit eine nützliche Entscheidungsgrundlage gegeben wird. Im Vergleich zu traditionellen Darstellungsarten wird so die Bandbreite der Erlebbarkeit eines geplanten Zustandes massiv erhöht [Kiefer 1993]. Weitere Entwicklungen auf dem Gebiet haptischer Benutzerschnittstellen werden die Erlebbarkeit von Objekten und deren Zustände in der Virtualität in den nächsten Jahren um eine zusätzliche Dimension erweitern [Bertol 1997].

Szenarien bezüglich der zukünftigen Entwicklungen virtueller Unternehmensstrukturen lassen sich nur auf den Grundlagen der gegenwärtigen Kenntnisse darstellen. Da auch beim Planen und Bauen spezifische Entwicklungen auf dem Gebiet der virtuellen Organisationen nicht von den gesamtgesellschaftlichen Entwicklungen zu trennen sind, werden im folgenden mögliche Szenarien für die zukünftige Entwicklung intraorganisationaler- und interorganisationaler Strukturen entworfen.

Potential intraorganisationaler Strukturen

Im Zuge der Globalisierung der Märkte wurde seit Beginn der neunziger Jahre im Bereich der Managementtheorie immer wieder auf die Bedeutung der Konzentration auf Kernkompetenzen verwiesen [Fink 1998, Laubacher 1997]. Diese Entwicklung kann als Reaktion auf die Diversifizierung des Produktangebotes vieler Unternehmen in den sechziger- und siebziger Jahren angesehen werden, welche in manchen Fällen zu einer totalen Entkopplung verschiedener Bestandteile der Produktpalette eines Unternehmens vom Kerngeschäft bedeutete. In der daraufhin einsetzenden Welle an oft globalen Zusammenschlüssen gleich ausgerichteter Unternehmen wurden vornehmlich Konkurrenten aufgekauft, eine Diversifizierung in verwandten Produktbereichen angestrebt, oder durch rein strategische Zusammenschlüsse die Marktposition entscheidend verändert. Laubacher [Laubacher

1997] spricht in diesem Zusammenhang vom *Ersatz von Scope durch Scale* (Ersatz von Fokusgebieten durch Maßstab). Auch im Baubereich ist dieser Trend z.B. bei großen Baukonzernen, welche sich auf spezielle Gebäudetypen oder Konstruktionsarten oder planung-, bau- und betriebsübergreifende Dienstleistungen spezialisieren, zu beobachten. Neben den bereits erwähnten Forderungen aus dem Bereich der Managementtheorie ist der mit der Globalisierung einhergehende Anstieg des Konkurrenzdrucks als bedeutender Einflußfaktor auf diese Entwicklung zu bewerten.

Es wird allerdings davon ausgegangen, daß diese Welle der globalen Zusammenschlüsse nach ihrer Beendigung von einer erneuten Diversifizierung der Produktpalette dieser globalen Unternehmen hin zu Konglomeraten der zweiten Generation führen wird. Bedingt durch stark dynamische Märkte und den damit ständig wachsenden Anforderungen an die Unternehmen werden diese verstärkt auf die Lösung komplexer Probleme durch projektspezifisch konstituierte Projektteams reagieren [Picot 1998].

Die Zusammensetzung der Projektteams erfolgt dabei vornehmlich auf der Grundlage intraorganisationaler Ressourcen im Sinne der vorangegangenen Begriffsdefinition. Zusätzlich erforderliche Ressourcen werden nach Möglichkeit in den Unternehmensverband eingegliedert. Dabei kann die Organisationsform der Projektorganisation zu einer Untergliederung des Unternehmens in verschiedene Projekte führen (Fokus Projektorganisation). Die Unternehmensführung erfolgt also mit überwiegendem Projektbezug. Gareis spricht bei dieser als Management by Projects bereits eingeführten Organisationsform von der Organisationsform der Zukunft [Reichwald 1998, Schindler 1998, Gareis 1992].

Dabei wird die Diversifizierung allerdings auch innerhalb eines Unternehmens in einem globalen Maßstab stattfinden. Aufgrund sozialer Aspekte (die Mitarbeiter dieser Unternehmen erhalten weltweit einheitliche soziale Leistungen, Arbeitsplatzgarantie etc.) wird in einer Studie der *Sloan School of Management* am MIT von der Entstehung sogenannter virtueller Länder gesprochen [vergl. Laubacher 1997], welche nach wie vor der am Anfang dieses Kapitels besprochenen Struktur eines intraorganisationalen virtuellen Unternehmens entsprechen.

Potential interorganisationaler Strukturen

Eine weitere, intensive Entwicklung interorganisationaler virtueller Unternehmensstrukturen ist in verschiedenen Bereichen zu beobachten. Die dabei entscheidenden Merkmale sind zum einen der äußerst flexible Einsatz der beteiligten Akteure (das Auswahlkriterium Kompetenz verspricht eine hohe Produktqualität), zum anderen erfordert gerade die Produktion von Unikaten, wie etwa im Bauwesen, den befristeten Zusammenschluß der beteiligten Akteure und damit Strukturen einer reinen Projektorganisation.

Es kann davon ausgegangen werden, daß es durch die Möglichkeiten virtueller Organisationsstrukturen zu einer weiteren Erhöhung der Geschwindigkeit bei der Entwicklung solcher Zusammenschlüsse kommen wird. Für die

weiteren Betrachtungen sowie für die Entwicklung einer bauspezifischen Telekooperationsplattform, welche die projektbezogene Zusammenarbeit räumlich verteilter Planungsbeteiligter unterstützen, ist die folgende Gegenüberstellung verschiedener Strukturen virtueller Unternehmen erforderlich.

Tabelle 17 **Projektentwicklung in inter- und intraorganisationalen Strukturen**

Aspekt	Kleine und mittlere Unternehmen mit interorganisationalen Strukturen	Große, global operierende Unternehmen mit intraorganisationalen Strukturen
Organisationsstruktur	Flach	Hierarchisch
Projektkoordination	Netzwerke ohne zentrale Kontrolle. Regeln und Standards als Mechanismen der Selbstorganisation. Definition der Standards durch: Marktführer, Kooperationen, Projekterfahrung	Zwei Möglichkeiten: Traditionell hierarchisch mit wichtiger strategischer Rolle des Managements. Dezentralisierte Föderation verschiedener Projektgruppen, <i>Management by Projects</i>
Planung	Planung erfolgt durch verschiedene Unternehmen ohne feste, organisationale Bindung	Planung, Kontrolle erfolgt durch ein Unternehmen
Ausführung	Spezialisierte Unternehmen übernehmen kleine und mittlere Anteile der Bauleistung	Der Planungsprozeß wird zentral organisiert, wobei die Beteiligten auf eine starke Koordination durch das Unternehmen angewiesen sind

Die eindeutige Unterscheidung zwischen intraorganisationalen und interorganisationalen Strukturen entspricht dabei lediglich dem derzeitigen Verständnis von Unternehmensstrukturen. Mit der Entwicklung der bereits eingeführten Extranetze (Zusammenschluß verschiedener, an einem Projekt beteiligter Unternehmen) lösen sich diese Grenzen mehr und mehr auf. In Bezug auf die Projektbearbeitung und die aus den spezifischen Anforderungen resultierenden Zusammenschlüsse kann so von einem *dynamischen Atmen* der projektspezifischen Organisationsstruktur gesprochen werden.

Dieser Vorgang wird in Kapitel 4.2.3 "Der virtuelle Projektraum", Seite 110, mit Bezug auf die Entwicklung einer bauplanungsspezifischen Telekooperationsplattform und in Kapitel 4.3.1 "Strukturelle Entwicklung von Softwarewerkzeugen", Seite 122, mit Bezug auf die Entwicklung einer Werkzeugklasse zur Vernetzung mit externen Kompetenzdomänen weiter behandelt.

4.2.2 Technologisch: Computerbasierte Kooperation

Die Aktivitäten beim Planen und Bauen können als eine umfassende Verarbeitung von Information angesehen werden. Dieser Prozeß erfordert Kommunikation und Kommunikation wiederum erfordert Sprache. Im Unterschied zur zwischenmenschlichen Kommunikation, welche informelle sprachliche Mittel nutzen kann, erfordert die computerbasierte Zusammenarbeit und die technische Kommunikation zwischen Computersystemen aber stets eine *Formalisierung der Kommunikation*. Allerdings sind die Möglichkeiten der formalisierten Kommunikation dabei begrenzt durch die Ausdrucksmöglichkeiten formaler Beschreibungssprachen, deren Charakterisierungsmodelle (z.B. Grammatiken, logische Zusammenhänge, mathematische Konstrukte, semantische Modellierungssprachen etc.) sowie die Möglichkeiten, Kommunikationsprozesse a priori zu beschreiben. Die computerbasierte Zusammenarbeit kann so in zwei, miteinander in Beziehung stehende Schwerpunkte unterteilt werden:

- Möglichkeiten der direkten Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation wie e-mail, Videokonferenzsysteme etc., mit dem Ziel der Intensivierung traditioneller Kommunikationsformen,
- Formalisierung von Kommunikationsprozessen, basierend auf der Übertragung bisheriger, exklusiv menschlicher Kommunikationsprozesse auf rein computerbasierte Systeme, mit dem Ziel einer deutlichen Ergänzung der Zusammenarbeit (z.B. Workflow, Softwareagenten etc.).

Die Grenzen der computerbasierten Zusammenarbeit liegen somit im Bereich der Formalisierbarkeit kommunikativer Prozesse bzw. im Ressourcenbedarf bei der Bearbeitung lösbarer Probleme. Zu beachten ist dabei allerdings, daß diese Grenzen bereits im Bereich prinzipiell beschreibbarer Problemstellungen und damit in einer noch statischen Problemwelt bestehen. Die Realität planerischer Aktivitäten verkompliziert diese Situation

Tabelle 18

Expertise vs. Problemverständnis

Der Experte	Der reflektierende Akteur
Von mir wird erwartet etwas zu wissen, ich muss es tun, unabhängig von meiner eigenen Unsicherheit.	Von mir wird erwartet etwas zu wissen, aber ich bin in der vorliegenden Situation nicht der Einzige mit relevantem, wichtigem Wissen.
Bewahre Distanz zum Bauherrn und beharre auf der Rolle eines Experten. Gebe dem Bauherrn das Gefühl der Fachkompetenz, aber vermittele das Gefühl warmer Verbindlichkeit.	Suche nach dem Verständnis für die Gedanken und Gefühle des Bauherrn.
Achte auf Deine professionsgemäße Behandlung durch den Bauherrn.	Achte auf Deinen Freiheitsgrad und eine wirkliche Verbindung zum Bauherrn. Achte darauf, die Fassade des Experten nicht weiter unterhalten zu müssen.

erheblich, da die zur Problemlösung beim Planen und Bauen erforderlichen Kommunikationsprozesse permanenten, mehr oder weniger starken Änderungen unterworfen sind, was der statischen Natur formaler Beschreibungen widerspricht. Die Formalisierung von Kommunikationsstrukturen wird im folgenden ausdrücklich auf diejenigen Bereiche beschränkt, welche das Potential bieten, das dynamische und opportunistische Verhalten der an einem Planungsprozeß Beteiligten zu unterstützen. Darüber hinaus hat die im weiteren beschriebene Formalisierung von Kommunikationsprozessen eine reflektierende Haltung sowie ein tiefes Problemverständnis der beteiligten Akteure zum Ziel. Dieser Ansatz steht im Gegensatz zum klassischen Verständnis der Zusammenarbeit, bei welchem die Expertise des einzelnen Akteurs im Mittelpunkt der Kommunikation steht, was zu einer Abgrenzung der Akteure untereinander führt (vergl. Tabelle 18).

*Forschungsfeld
CSCW*

Neben der reinen Formalisierung von statischen Kommunikationsprozessen wird die Unterstützung schwer formalisierbarer, dynamischer Kommunikationsprozesse im Forschungsfeld *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* behandelt. Die Entstehung dieses Forschungsfeldes geht auf einen von Irene Greif und Paul Cashman im Jahre 1984 veranstalteten gleichnamigen Workshop zurück [Dier 1994]. Eigentliches Ziel dieser Veranstaltung war es, verschiedene Themenbereiche zu behandeln, welche im Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Erforschung computerunterstützter Gruppenarbeit stehen. Die Veranstaltung machte das immense Potential rechnerunterstützter Teamarbeit deutlich. Der in der Folge entstandene, transdisziplinäre Forschungsbereich CSCW zeichnet sich dabei besonders durch den umfassenden Ansatz dieser Themenbereiche aus, welche sich von Fragen der Einbindung der für Teamwork geeigneten Medien bis hin zu soziologischen Analysen von Gruppenprozessen erstrecken. Dieser somit relativ junge Forschungsbereich bietet Soziologen, Anthropologen, Informatikern, Psychologen, Organisationswissenschaftlern, Linguistikern und Managementtheoretikern eine gemeinsame Grundlage bei der theoretisch untermauerten Entwicklung neuer Umgebungen zur computerunterstützten Gruppenarbeit [CSCW 1999]. Über die reine Formalisierung von Kommunikationsstrukturen hinaus verbindet CSCW also das Verständnis von Mechanismen und Prozessen menschlicher Zusammenarbeit mit den elektronischen Möglichkeiten ihrer Unterstützung. Dies führt zu einer Differenzierung des Begriffs der Teamarbeit unter den Aspekten Raum und Zeit (vergl. Abbildung 32, Seite 80). Die folgenden vier in der CSCW Forschung gebräuchlichen Kategorien der Zusammenarbeit sind in diesem Zusammenhang zu nennen:

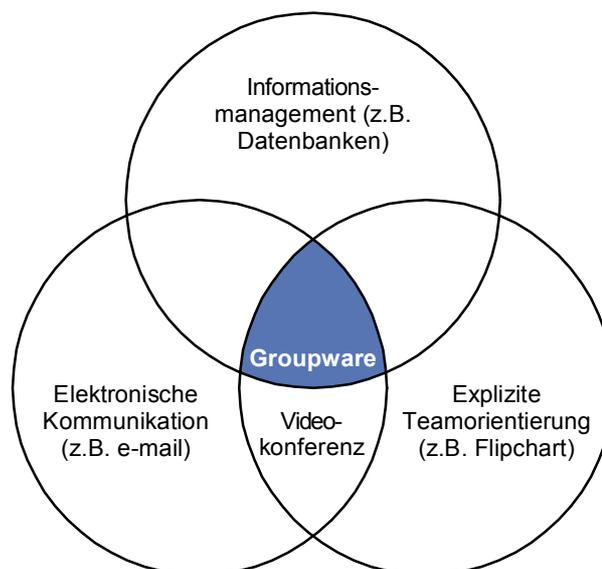
- Zusammenarbeit zur selben Zeit am selben Ort
- Zusammenarbeit zur selben Zeit an unterschiedlichen Orten
- Zusammenarbeit zu unterschiedlicher Zeit am selben Orten
- Zusammenarbeit zu unterschiedlicher Zeit an unterschiedlichen Orten

Groupware Bei einer eindeutigen wissenschaftlichen Ausrichtung des Forschungsgebietes CSCW wird die technologische Umsetzung dagegen üblicherweise mit den Begriffen *Workgroup Computing*, *Workflow Automation* [Heilmann 1998] oder *Groupware* umschrieben. Dier und Lautenbacher weisen allerdings darauf hin, daß diese Begriffe häufig synonym verwendet werden wobei dies sicherlich nur in Bezug auf den anwendungsbezogenen Charakter der Begriffe gerechtfertigt ist [vergl. Schmitt 1996, Dier 1994]. Als konzeptionell und dennoch technologieorientierter Begriff wird die Bezeichnung *Groupware* im weiteren Verlauf dieser Arbeit als begriffliche Grundlage der Umsetzung einer computerbasierten Zusammenarbeit verwendet, wobei sowohl formalisierbare als auch dynamisch veränderliche Kooperationsstrukturen berücksichtigt werden. Der Begriff *Groupware* bezeichnet eine Kategorie an Softwareprodukten, welche einzeln betrachtet für eine Gruppenarbeit nahezu bedeutungslos erscheinen. Die eigentliche Idee liegt dabei darin, eine Summe von Softwarewerkzeugen bereitzustellen, welche ein Potential erschließen soll, das aus der Interaktion von Menschen resultieren kann. Die folgenden Elemente können so als charakterisierend angesehen werden:

- Expliziter Gruppenbezug (Group focus)
- Elektronische Kommunikationsmöglichkeiten
- Informationsmanagementfunktionen

Über diese begriffliche Definition wird deutlich, daß die Umsetzung eines *Groupware*-Konzeptes auch die Betrachtung von Organisationsstrukturen einschließen muß. Ein weiterer, in diesem Zusammenhang wichtiger Faktor ist die Möglichkeit der veränderten Betrachtung von Raum und Zeit. Die

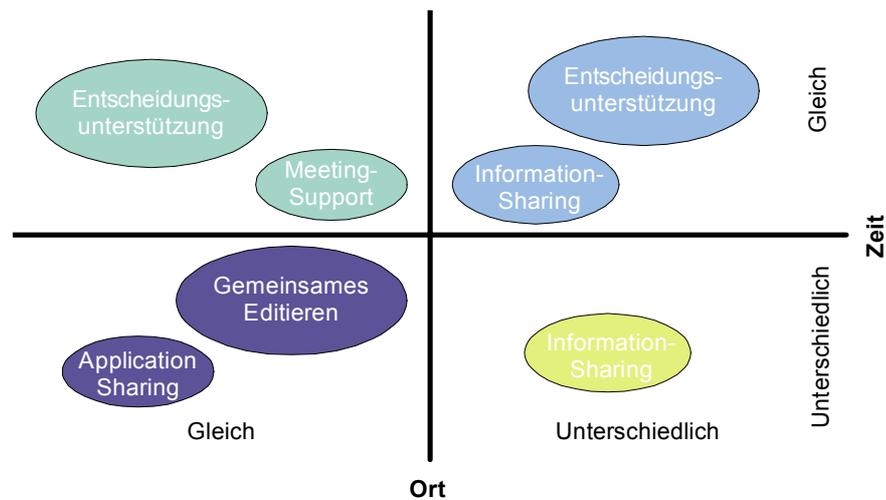
Abbildung 43 **Grundelemente von Groupware**



technologischen und mit dem Begriff Groupware adressierten Möglichkeiten der räumlich verteilten Zusammenarbeit, sowie die Möglichkeit, Informationen zeitunabhängig zur Verfügung zu stellen bzw. diese abzurufen, führt zu einer Einteilung von Groupware in verschiedene Territorien [Dier 1994]. Diese bereits erwähnte, aus der CSCW-Forschung stammende prinzipielle Klassifizierung der Zusammenarbeit, bezogen auf Raum und Zeit, bezeichnet dabei die verschiedenen Dimensionen der menschlichen Zusammenarbeit und somit auch die unterschiedlichen Ansatzpunkte bei der Entwicklung von Groupwareumgebungen.

Abbildung 44

Klassifizierung der Zusammenarbeit nach Zeit und Ort



selbe Zeit, selber Ort

Die Zusammenarbeit zur selben Zeit am selben Ort entspricht der direktesten Form der Zusammenarbeit. Besonders die sozialen Faktoren der Zusammenarbeit spielen hier eine bedeutende Rolle (vergl. Kapitel 2.3.2 "Soziale Faktoren der Zusammenarbeit", Seite 30). Groupware kann bei dieser Form der Zusammenarbeit zur Unterstützung der Prozesse eingesetzt werden (Vorabinformation der Beteiligten, Bereitstellung wichtiger Informationen etc.).

selber Ort, unterschiedliche Zeit

Bei der Zusammenarbeit am gleichen Ort zu unterschiedlicher Zeit wird durch Groupware sowohl die Koordination der Teams als auch die erforderliche Bereitstellung der Information (Information Sharing) unterstützt. Gerade die Formalisierung der Teamkoordination ist dabei Grundlage der Verknüpfung von Teammitgliedern über die Zeitachse.

selbe Zeit, unterschiedlicher Ort

Zusammenarbeit über räumliche Distanzen zur gleichen Zeit ist nur auf der Grundlage einer gemeinsamen Kommunikationsbasis möglich. Die im Rahmen eines Groupwarekonzeptes bereitgestellten Mittel reichen dabei von der reinen Kommunikationsunterstützung (Telefon- und Videokonferenz) bis hin zur verteilten Bereitstellung von Anwendungen und Inhalten (Application Sharing).

unterschiedliche Zeit, unterschiedlicher Ort

Die Zusammenarbeit über räumliche Distanz zu unterschiedlicher Zeit erfordert einen permanenten Informationsaustausch sowie Möglichkeiten der

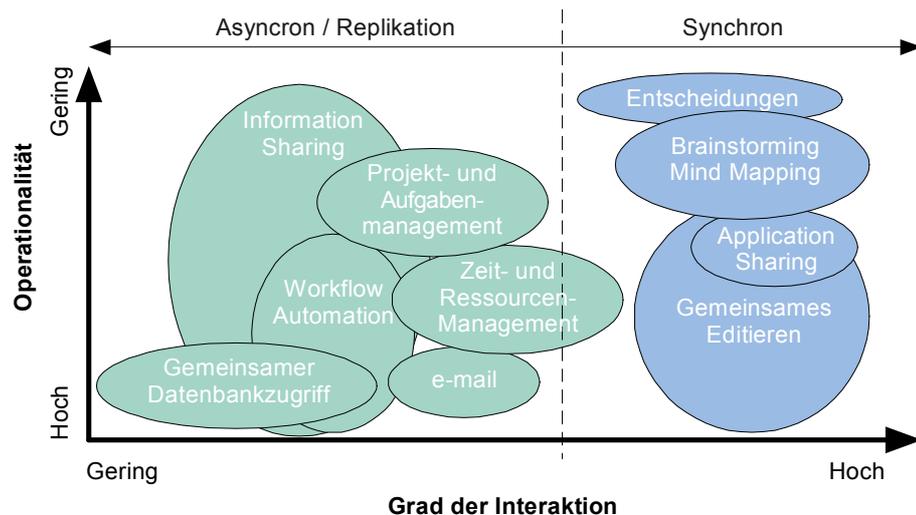
kontinuierlichen Koordination von Aufgaben. Diese auch als "any time - any place" bezeichnete Form der Zusammenarbeit steht in direktem Zusammenhang mit den technologischen Entwicklungen der Telekommunikation. Mit der entsprechenden Entwicklung unterstützender Groupwaretools wird die Bildung sogenannter virtueller Teams auf der Grundlage von Kompetenz und Verfügbarkeit möglich (vergl. Kapitel 4.2.1 "Organisatorisch: Die virtuelle Organisation", Seite 96).

Operationalität vs. Interaktion

Neben der Einteilung von Groupware in verschiedene Territorien bezüglich Raum und Zeit findet sich in der Literatur auch eine Kategorisierung unter den Gesichtspunkten *Operationalität* und *Interaktion* [vergl. Schlichter 1996, Dier 1994, Holtham 1992]. Die Operationalität wird dabei an den zu bewältigenden Aufgaben gemessen. Der Zugriff auf eine gemeinsame Datenbank stellt dabei einen asynchronen Vorgang von hoher Operationalität dar, die Entscheidungsunterstützung im zwischenmenschlichen Dialog einen synchronen Vorgang geringer Operationalität. Wie in Abbildung 45 in Anlehnung an Dier dargestellt, bewegt sich die Unterstützung der Zusammenarbeit durch Groupware in einem weitgesteckten Rahmen. Berei-

Abbildung 45

Groupware zwischen Operationalität und Interaktion



che mit einem geringen Anteil an zwischenmenschlicher Interaktivität, wie z.B. im Bauwesen der Austausch an Information über ein gemeinsames Produktmodell, erfordern dabei einen hohen Grad an Formalisierung der Prozesse. Diejenigen Bereiche, welche sich durch einen hohen Anteil zwischenmenschlicher Interaktion auszeichnen, erfordern dabei eine Unterstützung dynamischer und damit nur ansatzweise formalisierbarer Prozesse.

In Bezug auf die Umsetzung im Rahmen der derzeitigen technologischen Möglichkeiten sei hier auch auf die wachsende Bedeutung des World Wide Web verwiesen, welches für die Unterstützung gerade plattformübergreifender Formen der Zusammenarbeit ein großes Potential bietet. Der in diesem Zusammenhang entstandene neuerliche Forschungszweig des *Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web* (BSCW) hat die Entwick-

lung gemeinsamer, netzbasierter Arbeitsräume zum Ziel, was der zuvor genannten und notwendigen Entwicklung von Formen der technologischen Unterstützung einer Zusammenarbeit auf der Grundlage räumlicher und zeitlicher Verteilung weiteren Vorschub leistet [Bentley 1997].

Zusammenfassend soll an dieser Stelle auf die primären Ziele einer technologischen Prozeßunterstützung der Zusammenarbeit beim Planen und Bauen eingegangen werden. Untergliedert in die Gesichtspunkte einer Unterstützung synchroner und asynchroner Formen der Zusammenarbeit, sowie der weiteren Unterscheidung dieser Formen nach den Kriterien der räumlichen Verteilung (am selben Ort / an getrennten Orten), ist die Verlagerung der Zusammenarbeit von vielen schwach verknüpften Arbeitsumgebungen hin zu einer gemeinsamen Telekooperationsplattform Gegenstand der weiteren Betrachtungen.

4.2.3 Der virtuelle Projektraum

Je mehr wir uns als Architekten virtueller Unternehmensstrukturen betätigen, desto klarer erkennen wir die Bedeutung der Vertrauensbasis - und mit ihr die Vorrangigkeit einer mentalen Vernetzung.

Ralf Reichwald

Im folgenden Kapitel werden Elemente einer bauplanungsspezifischen Telekooperationsumgebung vorgestellt, welche unter Berücksichtigung organisatorischer- wie auch technologischer Gesichtspunkte die dynamische Definition projektspezifischer Organisationsstrukturen unterstützen. Wie bereits in Kapitel 3.3 erläutert, basieren die dargestellten Ergebnisse auf den Forschungsarbeiten am Projekt INTESOL [Kohler 1998] und wurden ursprünglich unter der Prämisse der Integration der energetischen Optimierung in die frühen Planungsphasen begonnen. Unter dem Begriff *Planungsplattform* wurde zu Beginn des Projektes die zunächst technologieunabhängige Integration verschiedener Aspekte der energetischen Optimierung von Gebäuden verfolgt.

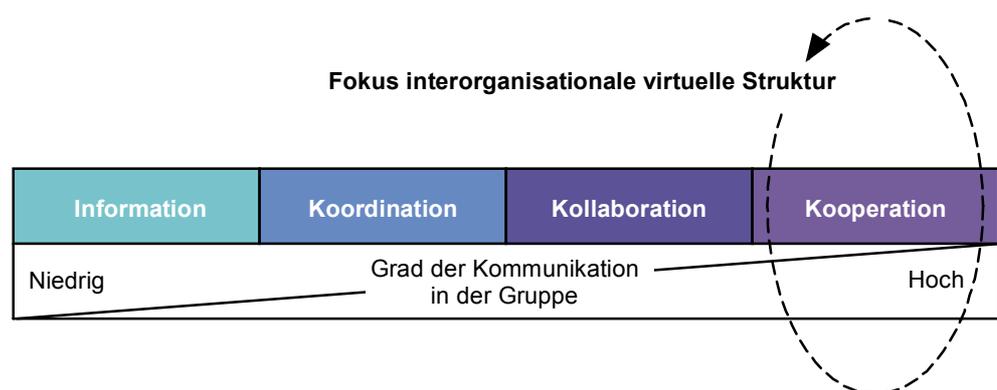
Hintergrund Neben der Entwicklung verschiedener CAD-angebundener Werkzeuge zur energetische Optimierung von Gebäuden [Bach 1995] stand die Definition eines Kooperationsmodells zur Integration fachspezifischer Erkenntnisse in die frühen Planungsphasen von Gebäuden (energetische Strukturplanung und Optimierung) an zentraler Stelle (vergl. Kapitel 3.3.2 "Zielsetzung Kooperationsmodell", Seite 74). Im Zuge der allgemeinen technologischen Entwicklungen während der Projektlaufzeit (WWW, Groupware, etc.) wurde rasch die Möglichkeit erkannt, den Bauplanungsprozeß durch den konsequenten Einsatz dieser Technologien umfassend zu unterstützen und dabei entsprechend den methodischen Merkmalen der teamorientierten Planung zu gestalten. Die daraus resultierende Verschmelzung der methodischen Anforderungen an das Kooperationsmodell mit den technologischen Vernetzungsmöglichkeiten führte im weiteren Verlauf der Projektarbeiten zur Ver-

wendung der Bezeichnung *Telekooperationsplattform*, bzw. auf der Grundlage einer Übertragung von Organisationsstrukturen in die Virtualität, zu der Bezeichnung *virtueller Projektraum*. Ziel der weiteren Erläuterungen ist dabei nicht die umfassende Darstellung des Prototypen, sondern die Schaffung von Grundlagen für die weitere Betrachtung einer möglichen Vernetzung virtueller Projekträume mit externen Kompetenzdomänen.

Entsprechend den bauspezifischen Anforderungen (vergl. Kapitel 3.3 "Der Vernetzungsansatz INTESOL", Seite 70) verfolgt das Konzept des virtuellen Projektraums die Integration aller planerischen Ressourcen und Akteure in einer projektspezifischen Arbeitsumgebung. Erfahrungen mit bekannten, internetspezifischen Funktionselementen zum Informationsaustausch bzw. zur Kooperationsunterstützung (z.B. *Multi User Domains (muds)*, *news groups*, *electronic bulletin boards* und *chat-rooms* [vergl. Turkle 1995]) und strukturelle Erkenntnisse aus den Bereichen CSCW und Groupware bilden die technischen Grundlagen bei der Umsetzung des Kooperationsmodells.

Im Vergleich zu anderen, in Kapitel 3.3.1 "Stand der Forschung", Seite 72 bereits erwähnten Forschungsprojekten, liegt der Schwerpunkt des virtuellen Projektraums, neben der Bereitstellung verschiedener Elemente zur inhaltlichen Bearbeitung des Planungsobjektes, auf der Kooperationsunterstützung. Die Verlagerung des Schwerpunktes der Zusammenarbeit vom Austausch von Information hin zur Kooperation wird durch die Bereitstellung verschiedener, sich ergänzender Elemente zum Informationsaustausch und zur Kommunikation gefördert. Abbildung 46 verdeutlicht diesen Ansatz.

Abbildung 46 **Fokus interorganisationaler Struktur**



Auf der Grundlage des in Kapitel 3.3.3 "Strukturstiftende Elemente", Seite 80 beschriebenen und in [Müller 1999 und Hecker 1999] ausführlich erläuterten Kooperationsmodells und seiner Implementierung, ergeben sich für die Umsetzung in einen Prototypen folgende Anforderungen:

Organisatorisch

- Dynamische Entwicklung projektspezifischer interorganisationaler Strukturen
- Dynamische Integration der zur Projektbearbeitung erforderlichen Akteure
- Dynamische Definition von Zielen und Anforderungen durch das Team

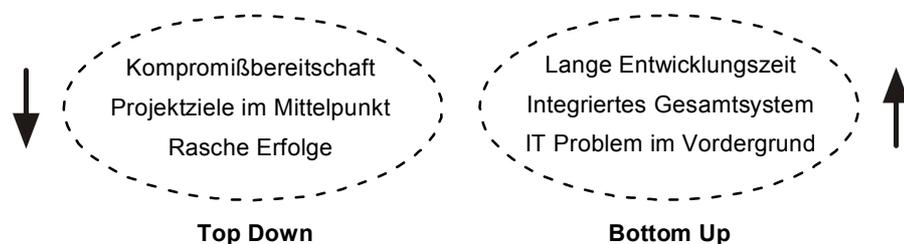
Technologisch

- Integration verschiedener *IuK*-Komponenten (Kommunikation, Informationsaustausch, synchrone Zusammenarbeit) und deren
- Bereitstellung in einer gemeinsamen Arbeitsumgebung
- Verknüpfung mit den bestehenden Organisationsstrukturen der beteiligten Unternehmen

Die Umsetzung dieser Punkte basiert auf der Zielsetzung, eine lauffähige Umgebung zu realisieren, um so die Validierung der verfolgten Ansätze im praktischen Einsatz zu ermöglichen. Diese, als *Top Down* bezeichnete, Vorgehensweise basiert auf Kompromißbereitschaft zugunsten der Umsetzung (z.B. Repräsentation der Planungsinhalte auf der Basis von Dokumenten vs. einem umfassenden Produktmodellansatz).

Abbildung 47

Top Down vs. Bottom Up



Durch die Gegenüberstellung der in Kapitel 3.3.3 eingeführten strukturstiftenden Elemente mit den entsprechenden softwaretechnischen Komponenten des virtuellen Projektraums soll der Prototyp skizziert werden. Die dargestellte Implementierung basiert auf der Softwareentwicklungsumgebung Lotus NOTES (unter Nutzung von Lotus Domino als Web Application Server). Der Zugang der Planungsbeteiligten wird so über sogenannte standard Internet-Browser (Webclients) ermöglicht. Alle an der Planung beteiligten Akteure verfügen über einen persönlichen Benutzernamen mit Passwort, welcher so die Kopplung Akteur / Rolle im Projekt ermöglicht. Die mit dem Benutzernamen verbundenen Benutzerrechte sind Grundlage der Definition persönlicher Handlungsspielräume (Schreib / Leserechte, Dokumentation der verschiedenen Arbeitsschritte). Der aus der integralen Planungsphilosophie resultierende Anspruch einer möglichst hohen Transparenz der Planungsvorgänge (z.B. Verfügbarkeit aller Dokumente

durch teamübergreifende Leserechte) kann so entsprechend dem in verschiedenen Anwendungsprojekten ersichtlich gewordenen Bedürfnissen nach Vertraulichkeit und persönlichem Manipulationsspielraum angepaßt werden.

Metaplanung Die Planung der Planung (Metaplanung) und damit der Ansatz der Projektorganisation basiert auf einem hohen Grad an Transparenz und Partizipation durch die Planungsbeteiligten. Dieser, in der Beschreibung der strukturstiftenden Elemente als dynamisch und parallel zur inhaltlichen Projektarbeit erfolgend, erläuterte Prozeß wird durch das Element des sogenannten *Navigators* unterstützt. Diese graphische Benutzeroberfläche vermittelt beim Einstieg in das Projekt zunächst einen Überblick über die verschiedenen, als Kontextbereiche (Knoten) in Kapitel 3.3.3 eingeführten, Sichten. Durch die graphische Darstellung der Wechselwirkungen werden die inhaltlichen Abhängigkeiten der verschiedenen Kontextbereiche (Kanten) ebenfalls bereits auf dieser Ebene deutlich.

Wahrnehmung Der Benutzer erhält so einen intuitiven Eindruck von den Gesamtzusammenhängen des Projektes. Dabei werden die Wechselbeziehungen nicht gleichzeitig dargestellt, sondern erscheinen entsprechend der Mausposition kontextbereichsspezifisch (on-mouse-over-Effekt). Entsprechend der in Kapitel 3.3.3 dargestellten Unterscheidung in die Klasse des Kontextbereichs Projektmoderation und die (bezogen auf ihre generische Entwicklung) nachgeordneten Kontextbereiche (z.B. Energie, Gestaltung etc.), werden beim Überfahren des Kontextbereiches Projektmoderation, Wechselwirkungen mit allen übrigen Kontextbereichen angezeigt.

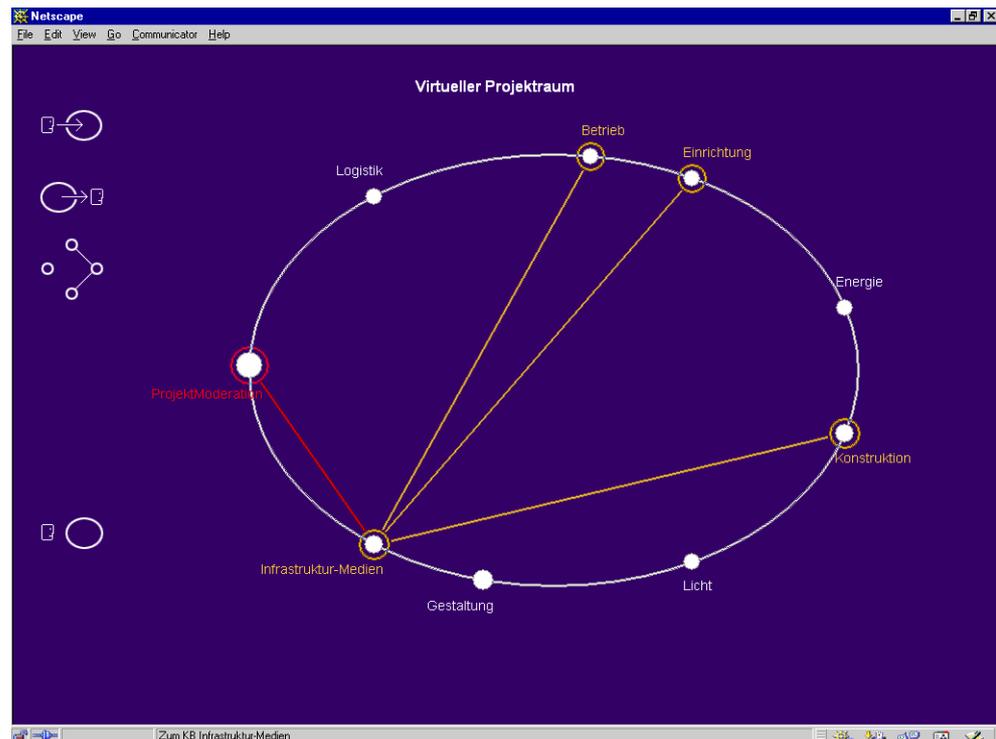
Modellierung Neben diesen, der rein graphischen Darstellung der Projektstruktur dienenden Elementen, werden mit der Benutzeroberfläche Navigator auch die wichtigsten Funktionselemente zur Modellierung des Projektraums zur Verfügung gestellt. Folgende Elemente zählen hierzu:

- Akteur dem Projektraum hinzufügen
- Akteur aus dem Projektraum entfernen
- Kontextbereich hinzufügen
- Kontextbereich entfernen
- Projektgast hinzufügen (ist nicht Mitglied eines Kontextbereiches)

Entsprechend der Definition des Begriffs *Koordination* in [Malone 1994], wonach Koordination als das *Management der Abhängigkeiten von Aktivitäten* bezeichnet wird, ermöglichen diese Elemente den Benutzern eine partizipative Modellierung des Projektraums. Die zur Verfügung stehenden Gestaltungselemente (eingebledet) sind an die jeweiligen Ausführungsrechte des Benutzers bzw. an seine Funktion im Projekt gekoppelt (Gast, Akteur oder Moderator). Diese, von Müller als *Organisatorisches Rapid Pro-*

totyping bezeichnete Modellierungsfunktion ist in [Müller 1999] funktional und in [Hecker 1999] technisch erläutert. Konzeptionelle Erläuterungen zur Gestaltung der grafischen Benutzeroberflächen finden sich in [Dinger 1999]. Entsprechend diesen Modellierungsfunktionen zeichnet sich der Navigator durch die Darstellung des tatsächlichen Zustandes des Projektes aus (Anzahl und Art der Kontextbereiche, Wechselwirkungen und auf der im weiteren beschriebenen Ebene, den beteiligten Akteuren).

Abbildung 48 **Projektnavigator**



Die mit dem Navigator dargestellte spezifische Projektstruktur ist im weiteren Ausgangspunkt für die Navigation im Projekt. Demnach wählt der Benutzer einen Kontextbereich aus, um so in die kontextspezifische Arbeitsumgebung (KAU) zu springen. Diese Auswahl erfolgt entweder auf Grundlage der inhaltlichen Beteiligung (Benutzer ist Akteur im gewählten Kontextbereich) oder zur reinen Informationsgewinnung, das heißt, jeder Benutzer hat die Möglichkeit, den Stand der Projektarbeit in allen Kontextbereichen auf der Grundlage reiner Leserechte zu verfolgen. Eine aktive Teilnahme am Planungsgeschehen, und damit verbunden, die Erzeugung und Änderung von Inhalten, ist dagegen nur in denjenigen Kontextbereichen möglich, in denen der Benutzer selbst Akteur ist.

inhaltliche Arbeit

Die kontextspezifische Arbeitsumgebung beinhaltet alle für die Bearbeitung des Planungsobjektes erforderlichen Elemente. Art und Anzahl dieser Elemente ist in allen kontextspezifischen Arbeitsumgebungen identisch. Allerdings entsprechen die damit verbundenen Aktivitäten den individuellen Bedingungen eines Kontextbereiches, d.h. die zu manipulierenden Informationsobjekte (Planungsinhalte) und die zur Verfügung stehenden Kommunikationsmittel sind kontextspezifisch. Dieser Zustand kann mit einem

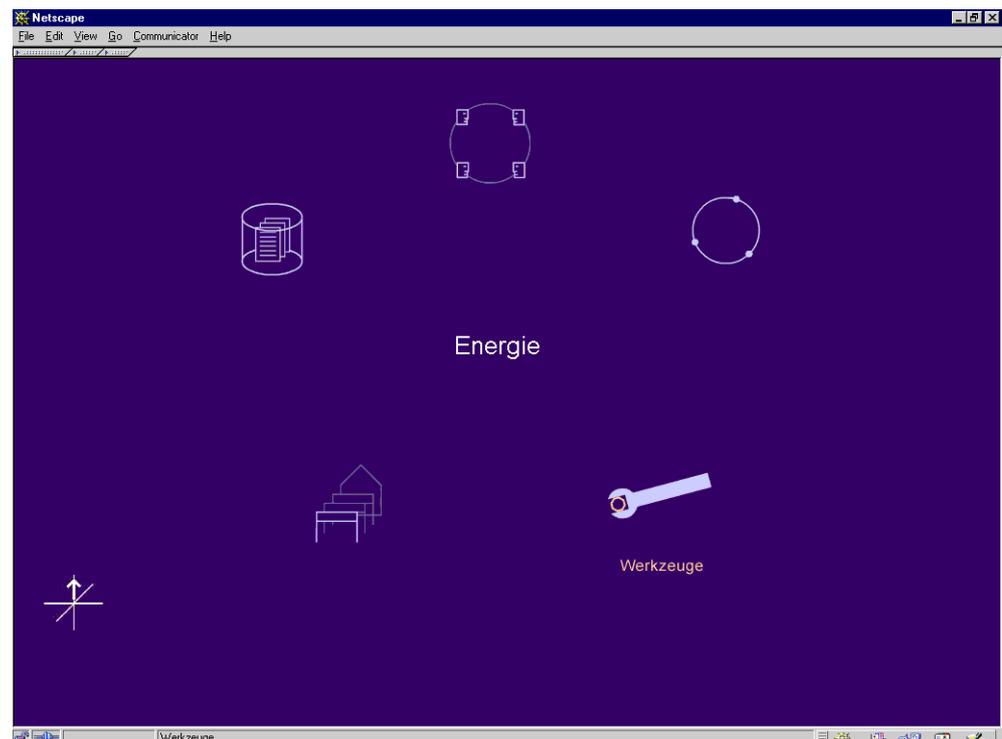
Schreibtisch verglichen werden, welcher sich durch allgemeine Grundelemente wie Telefon, Fax, Stifte und Papier auszeichnet, jedoch durch seine Benutzung (wo, wann, durch wen und wozu) individualisiert wird. Die Funktionselemente einer *KAU* umfassen:

- Teamkommunikation
- Aufgaben und Ziele
- Informationscontainer
- Wechselwirkungen
- Werkzeuge

Die Bezeichnung der kontextspezifischen Arbeitsumgebung findet sich im Mittelpunkt der Benutzeroberfläche. Die Bezeichnung des jeweiligen Funktionselementes erscheint, analog zur Auswahl eines Kontextbereiches, im Navigator durch Überfahren mit der Maus. Durch Auswahl eines Funktionselements kann die jeweils weitere Umgebung erreicht werden. Abbildung 49 verdeutlicht dies am Beispiel des Kontextbereiches Energie.

Abbildung 49

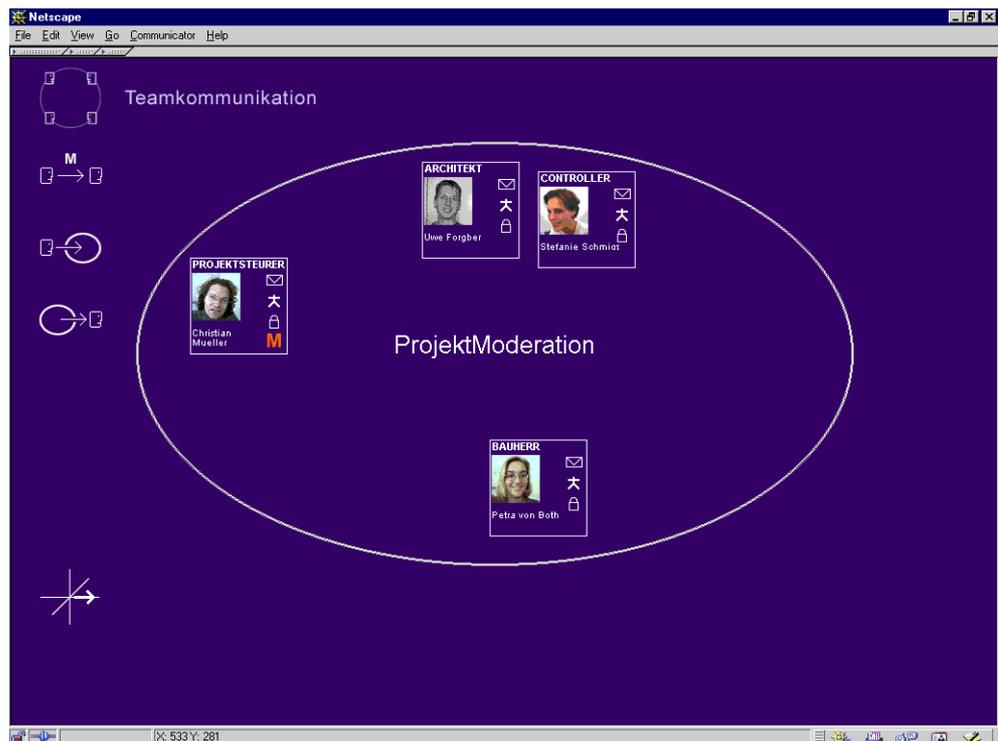
Kontextspezifische Arbeitsumgebung (KAU)



Wichtiges Element für die Bildung des kontextspezifischen Teams bzw. zur Kommunikation mit den Teammitgliedern ist das Funktionselement *Teamkommunikation*. Die im Rahmen des Projektnavigators angesprochenen Funktionalitäten zur Projektmodellierung werden hier durch rollenbezogene Modellierungsfunktionen auf der Teamebene ergänzt. Zu dieser Modellierungsfunktion gehört das Hinzufügen eines neuen Akteurs in den Kontext-

bereich das Entfernen eines Akteurs aus dem Kontextbereich, sowie die Weitergabe der kontextspezifischen Moderatorenrolle [vergl. Müller 1999]. Sogenannte *Communicards* repräsentieren die einzelnen Akteure und bieten untergeordnete Funktionselemente wie Mail, Memo, Terminplanung, Workflow etc. an. Desweiteren werden persönliche Informationen der Akteure angezeigt, wie z.B. Adresse, Telefon und URL auf dem Internet. Abbildung 50 verdeutlicht dies am Beispiel des Kontextbereiches Projektmoderation.

Abbildung 50 Funktionselement *Teamkommunikation*

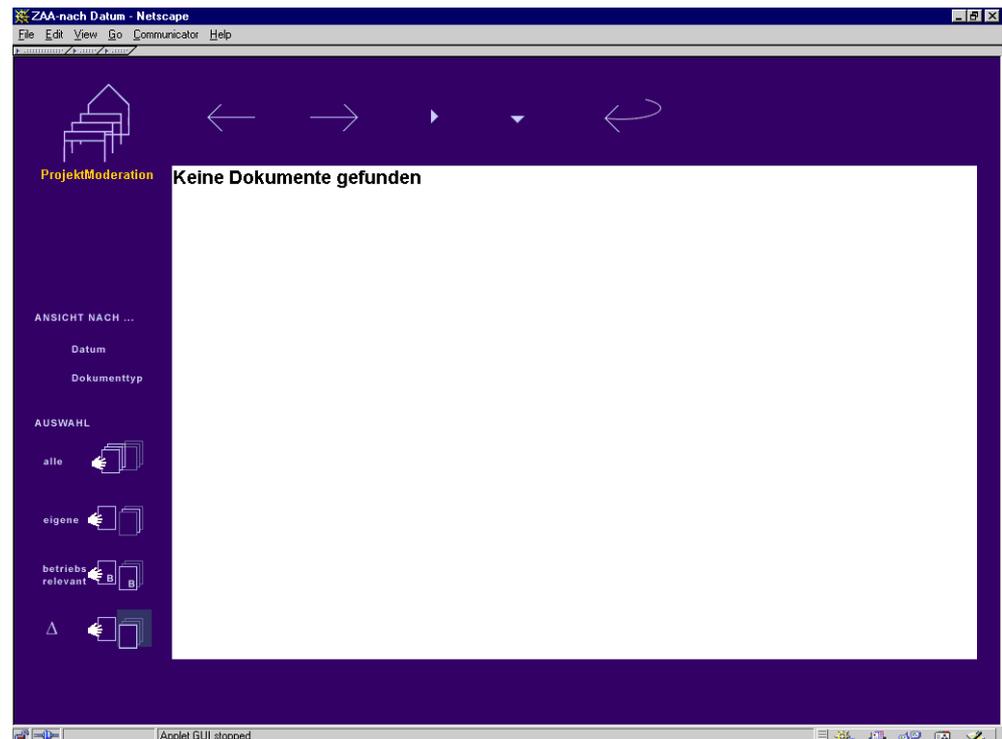


Das Funktionselement *Aufgaben Ziele* ist zentraler Bestandteil der teambasierten, transparenten Definition von Zielen, und daraus abgeleitet, der Definition von Aufgaben. Gerade dieses Element bietet die Möglichkeit der Formalisierung einer Zieldefinition in den frühen Phasen, aber auch über den weiteren Projektverlauf, entsprechend den Erläuterungen zur iterativen Vorgehensweise in der Planung (Analyse, Synthese, Bewertung, vergl. Kapitel 3.1.1 "Iterationsschritte," Seite 46). Dieser, in der traditionellen Vorgehensweise oft stiefmütterlich behandelte Vorgang, wird auf der einen Seite durch das beschriebene Element unterstützt, ist aber auf der anderen Seite auf die aktive Teilnahme aller Teammitglieder angewiesen.

Daher bildet dieses Element das Bindeglied zwischen den mit dem virtuellen Projektraum bereitgestellten funktionalen Möglichkeiten zur teamorientierten, lebenszyklusbezogenen Planung und einer vom Projektmanagement bzw. der Instanz der Teammoderation (vergl. Kapitel 2.3.3 "Teammoderation", Seite 38) entsprechend angewandten methodischen Vorgehensweise. Der Praxiseinsatz des virtuellen Projektraums hat diese Darstellung bestä-

tigt und darüberhinaus verdeutlicht, daß die Definition von Anforderungen nicht nur (wie in der Literatur zur teamorientierten- bzw. integralen Planung häufig dargestellt [LM95 1994, Stulz 1993]) von der Initiative der an einem Projekt beteiligten Planer lebt, sondern insbesondere vom Auftraggeber (Bauherr, Investor), welcher diese Vorgehensweise explizit fordert, und am Prozeß der Definition teilnehmen sollte. Abbildung 51 verdeutlicht dieses Funktionselement am Beispiel des Kontextbereiches Projektmoderation.

Abbildung 51 Funktionselement *Ziele Aufgaben*



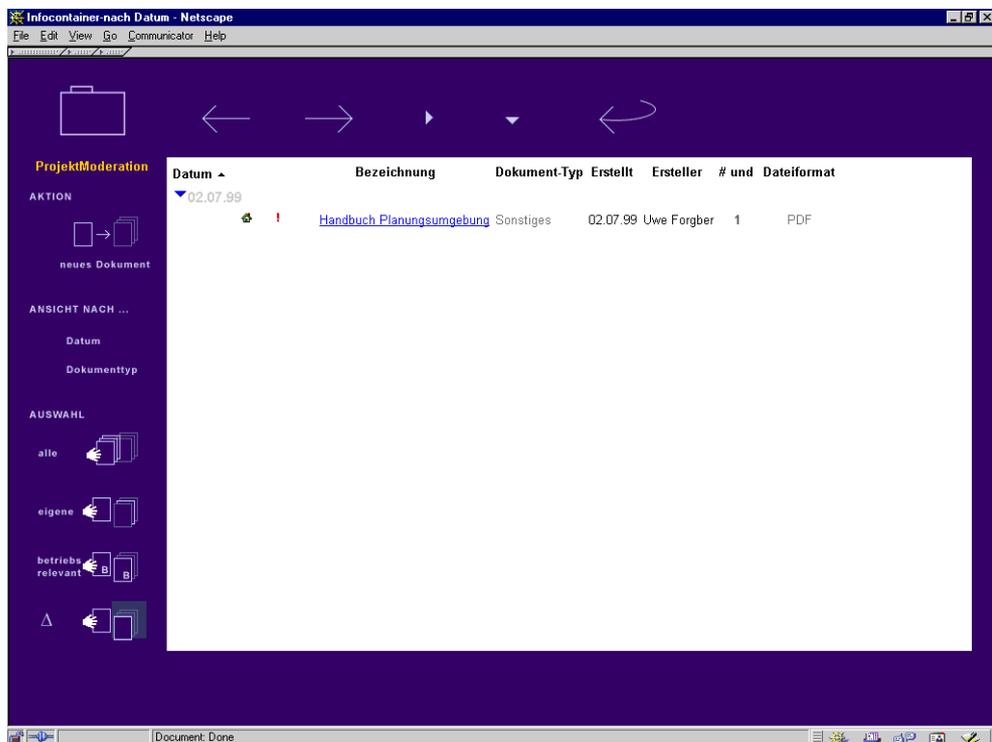
Das Funktionselement *Informationscontainer* ist als *EDM*-Komponente Grundlage der inhaltlichen Zusammenarbeit der Akteure. In ihm sind alle kontextspezifischen Dokumente wie Pläne, Schriftverkehr, Tabellen und weitere Formate enthalten. Über verschiedene Ansichten können diese Dokumente sortiert werden (z.B. Datum, Verfasser, Status (freigegeben / nicht freigegeben), alle Dokumente der letzten 5 Tage etc.). Die Informationselemente sind, wie bereits erwähnt, kontext- und darin selbst- aufgabenspezifisch.

Durch die Kopplung Kontextbereich / Ziel / Aufgabe- / Dokument wird Redundanz in der Dokumentenbearbeitung vermieden. Zu den weiteren, im Rahmen dieser Arbeit nicht detailliert dargestellten Funktionen des Informationscontainers gehören unter anderem: Festlegung der Dokumentenart (Report, Plan, Protokoll etc.), Bearbeitungshistorie etc.. Auch in Bezug auf das Funktionselement Informationscontainer soll kurz auf die Erfahrungen in den bereits erwähnten Praxisprojekten verwiesen werden, wonach der Dokumentenaustausch über dieses Element von den Planungsbeteiligten am schnellsten angenommen wurde (Unterstützung gewohnter Arbeitsweisen, Zeitersparnis). Das heißt, die kooperationspezifischen Elemente des

virtuellen Projektraumes erfordern, neben dem Einsatz einer methodenbasierten Vorgehensweise, den Willen aller Beteiligten, gewohnte Arbeitsweisen in der Planung zu überdenken (Zusammenarbeit auf der Ebene des Ergebnisaustausches). Abbildung 52 verdeutlicht dieses Funktionselement am Beispiel des Kontextbereiches Projektmoderation.

Abbildung 52

Funktionselement *Informationscontainer*

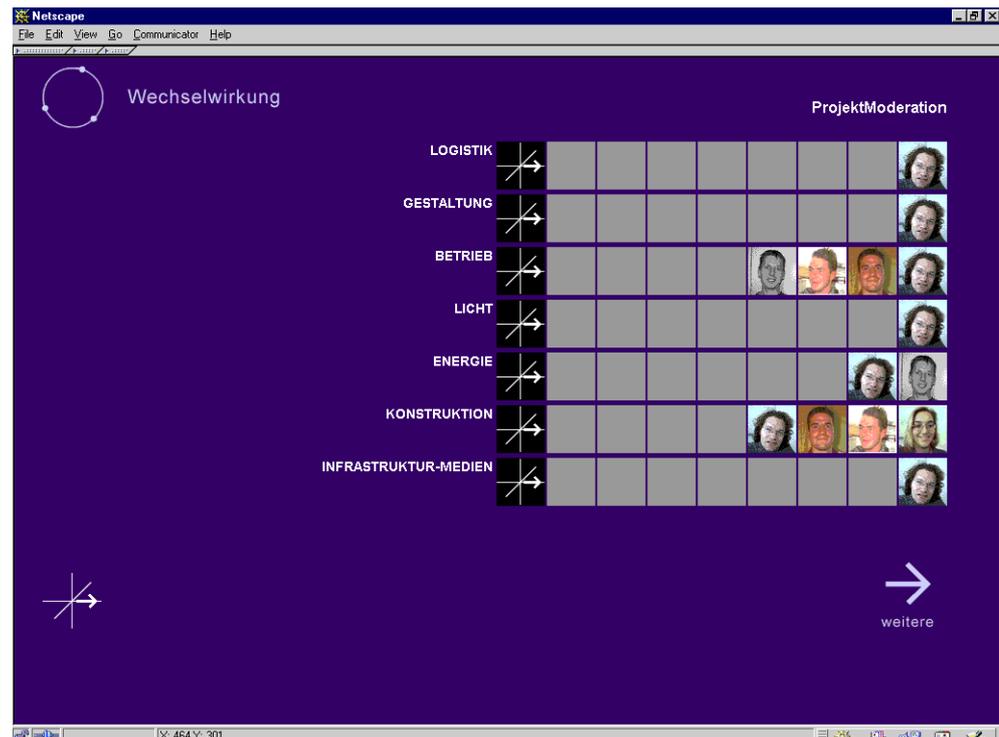


Die inhaltliche Zusammenarbeit auf der Grundlage des Informationscontainers führt analog zur traditionellen Planungsweise oft zur thematischen Überschneidung verschiedener Akteure. So sind z.B. Akteure im Kontextbereich Energie auf Planungsgrundlagen des Kontextbereichs Gestaltung angewiesen (z.B. aktueller Stand der Grundrisse, Anforderungen an die Raumqualitäten etc.). In der traditionellen Planung erfordert dies die direkte Abstimmung (vergl. Darstellung Groupware: Gleiche Zeit, gleicher Ort) der jeweils Betroffenen, das Versenden der entsprechenden Unterlagen und gegebenenfalls ausführliche Erläuterungen.

Anstelle dieser umständlichen und wenig kooperativen Vorgehensweise bietet der virtuelle Projektraum die Möglichkeit, bei Bedarf die persönliche Arbeitsumgebung zu verlassen und die benötigten Dokumente bzw. den betreffenden Akteur im angrenzenden Kontextbereich direkt zu erreichen. Das in den Erläuterungen zum Kooperationsmodell dargestellte strukturstiftende Element der Wechselwirkung bildet genau diese Art der Kooperationsbeziehung ab. Bei der Umsetzung des Kooperationsmodells wurde darauf aufbauend das Funktionselement Wechselbeziehung implementiert. Diese grafische Benutzeroberfläche stellt die Wechselwirkungen eines spezifischen Kontextbereiches mit allen in inhaltlicher Beziehung stehenden

Kontextbereichen dar. Hinter jeder visualisierten Wechselbeziehung sind ferner die beteiligten Akteure des angrenzenden Kontextbereichs dargestellt und durch Mausklick via email zu erreichen. Darüberhinaus hat der Benutzer die Möglichkeit, über das Symbol direkt in den benachbarten Kontextbereich zu wechseln, um dort die erforderlichen planerischen Ressourcen in Augenschein zu nehmen. Abbildung 53 stellt dieses Funktionselement am Beispiel des Kontextbereiches Projektmoderation dar, welcher mit allen weiteren Kontextbereichen über Wechselwirkungen verbunden ist.

Abbildung 53 Funktionselement *Wechselwirkung*



Neben der Bereitstellung verschiedener Funktionselemente zur Kommunikation, Kooperation und zur Bearbeitung von Informationsobjekten spielt bei der Entwicklung des Konzeptes für die virtuellen Projekträume ein weiterer Gesichtspunkt eine wesentliche Rolle. Wie eingangs erwähnt, lag der initiale Schwerpunkt des Projektes INTESOL [Kohler 1998] auf der Anbindung energetischer Bewertungswerkzeuge [Bach 1995] an ein CAD Modell [Hinkelmann 1999], bzw. auf der Übertragung der in der energetischen Bewertung erzielten Ergebnisse in den Planungsprozeß. Vor diesem Hintergrund wird in den nächsten Kapiteln die Integration solcher Werkzeuge in den virtuellen Projektraum als weiteres Funktionselement erläutert.

Neben den technologischen Problemen bei der Realisierung solcher Werkzeuge wird die damit verbundene Möglichkeit, nicht nur prozedurale Applikationen auf diese Art zur Verfügung zu stellen, sondern auch das dahinterstehende, explizite Wissen problemspezifisch bereitzustellen, diskutiert. Der bereits erläuterte Begriff der vernetzten Kompetenzdomänen wird dabei mit solchen Werkzeugen in Zusammenhang gebracht.

4.3 Externe Kompetenzdomänen

Erfolg besteht darin, daß man genau die Fähigkeiten hat, die im Moment gefragt sind.

Henry Ford

Der im vorangegangenen Kapitel diskutierte Ansatz virtueller Projekträume verfolgt die Technologieunterstützung einer bauspezifischen Kooperationsstruktur. Die in dieser Umgebung zur Verfügung stehenden, planungsrelevanten Ressourcen umfassen entsprechend Tabelle 15, Seite 92 Akteure und projektbezogene Informationsobjekte. Explizites Wissen steht nur im Rahmen einer direkten Zusammenarbeit der Akteure zur Verfügung. Die so auf der Grundlage von Kontextbereichen entstehenden Kompetenzdomänen beziehen sich daher überwiegend auf die lokalen, direkt zur Verfügung stehenden Ressourcen.

*Produktion vs.
Reproduktion*

Den Erläuterungen zur Problematik der Vernetzung mit zusätzlichen, im Sinne der Darstellung aus Kapitel 4.2 "Grundlagen der Vernetzung", Seite 94 externen Kompetenzdomänen, soll zunächst ein kleiner Exkurs in die Entwicklung des Umgangs mit Information vorangestellt werden. So stand seit Beginn der Entwicklung der Schrift das Problem der Informationsbeschaffung im Vordergrund, mit dem Ziel, eine Parallelverarbeitung zu ermöglichen [Giesecke 1998]. Gutenberg schuf mit der Erfindung des Buchdrucks eine Lösung für dieses Problem. Diese Form von Informationsreproduktion ist seitdem fester Bestandteil des menschlichen Lebens. Mit Bezug auf reproduzierte Information wird daher häufig von Informationsüberflutung gesprochen. Die Herausforderung unserer Zeit beruht hingegen auf dem Gegenteil der Informationsreproduktion, namentlich der veränderten Reproduktion und somit der Erzeugung von Varietät und Kreativität. Die hierfür erforderlichen Formen der kollektiven Wissenproduktion werden in manchen Bereichen der Gesellschaft bereits auf der Grundlage von Teamarbeit angewandt, mit dem Ziel, in Form eines Mehrproduktes ein Vielfaches der addierten Einzelleistungen aller Beteiligten zu erzeugen.

Im Vergleich mit früheren Zeiten, in welchen eine gemeinsame Produktion von Information nicht vorgesehen war, ermöglichen die verschiedenen *luk*-Technologien die Wissensproduktion auf kollektiver Basis. Prinzipiell steht für die Bearbeitung eines Problems eine Fülle von Information zur Verfügung, die förmlich darauf wartet, genutzt zu werden. Im Planen und Bauen wird besonders deutlich, daß es zu jedem beliebigen Planungsproblem eine Vielzahl erprobter Lösungsansätze gibt und somit die Herausforderung hauptsächlich darin besteht, dieses Lösungswissen zu finden und entsprechend den gegebenen Umständen zu variieren.

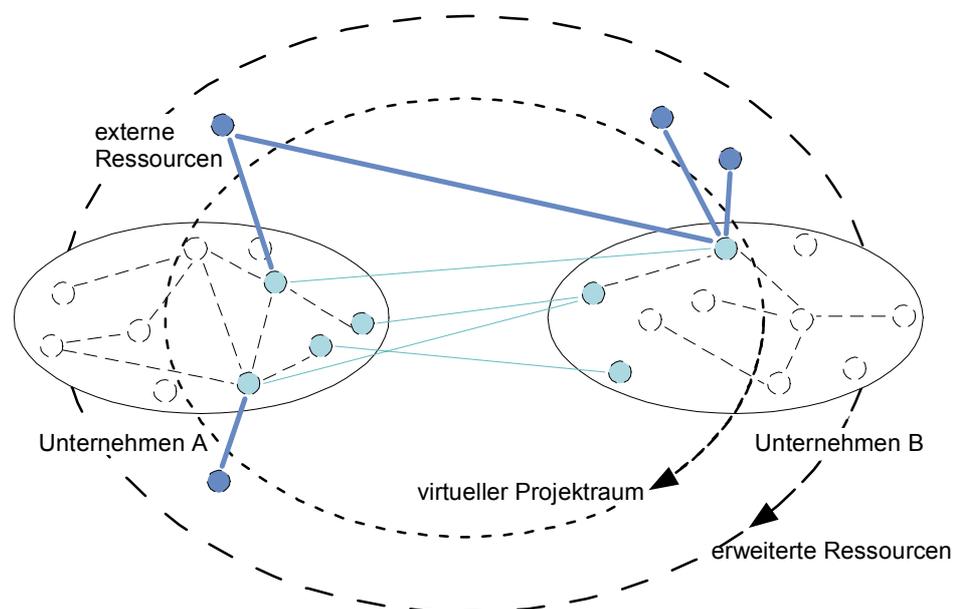
Auch das traditionelle Vorgehen im Planen und Bauen ist von der Reproduktion von Information geprägt. Wie in Kapitel 2.1 "Produktion", Seite 5 bereits erläutert, war die Suche nach standardisierten Lösungen immer wieder

Gegenstand der Bemühungen. Das Planen und Bauen, auf der Grundlage einer anforderungs- und teamorientierten Vorgehensweise, beschäftigt sich dagegen mit individuellen, auf den vielfältigen Erfahrungen der beteiligten Akteure beruhenden Lösungsansätzen. Diese Vorgehensweise kann somit auch als die Erzeugung von Varietät auf der Basis kollektiver Wissensproduktion bezeichnet werden. Das kooperative Arbeiten auf der Grundlage der virtuellen Projekträume ermöglicht einen reibungslosen Informationsfluß und bis zu einem gewissen Grad die Überwindung der Dimensionen Zeit und Raum.

Durch die Vernetzung dieser projektbezogenen Kooperationsstruktur mit externen Kompetenzdomänen wird somit ein zusätzliches Potential zur Varietäts- und Kreativitätserzeugung erschlossen. Dieser, auf Opportunität beruhende Vernetzungsansatz, führt zur Auflösung des Begriffs Projektteam im herkömmlichen Sinne (das Projektteam besteht demnach aus den vertraglich eingebundenen Akteuren). Vielmehr umschreibt der Begriff Projektteam auf der Basis vernetzter Kompetenzdomänen, die sich dynamisch verändernde Summe aller an einem Planungsprojekt beteiligten Kompetenzen. An dieser Stelle kann argumentiert werden, daß dieser dynamische Prozeß, auch in der traditionellen Vorgehensweise, Bestandteil der Projektabwicklung ist (Akteure werden bei Bedarf und phasenspezifisch am Projekt beteiligt). Was bezogen auf den Wechsel der Projektbeteiligten sicherlich richtig ist, erscheint aber unter den Voraussetzungen einer *IuK*-basierten Vernetzung, und mit ihr verbunden, der möglichen Eliminierung wichtiger Größen wie Zeit und Raum, als zusätzliche Dimension. Abbildung 54 verdeutlicht die Erweiterung des klassischen Lösungsraums im Planen und Bauen um externe Ressourcen, basierend auf einer Projektbearbeitung im virtuellen Projektraum. Der Prozeß der dynamischen Vernetzung auf der Grundlage des planerischen Bedarfs kann so mit dem Begriff des Atmens umschrieben werden.

Abbildung 54

Interorganisationale Struktur, externe Ressourcen



4.3.1 Strukturelle Entwicklung von Softwarewerkzeugen

Die Fähigkeit des Erstaunens über den Gang der Welt ist Voraussetzung der Möglichkeit des Fragens nach ihrem Sinn.

Max Weber

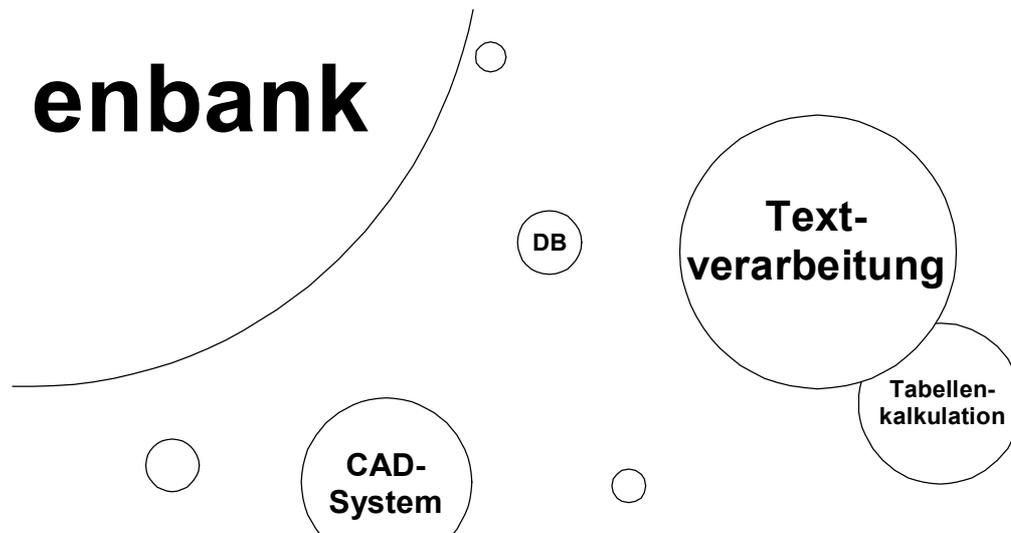
Die in dieser Arbeit vorgeschlagene Vernetzung von Kompetenzdomänen im Planen und Bauen basiert auf organisatorischen Strukturen, welche mit den Erläuterungen zum Kooperationsmodell dargelegt wurden. Dabei liegt der Fokus auf der Unterstützung traditioneller Projektteams, mit der Möglichkeit, problemspezifisch zusätzliche Akteure und deren Kompetenzen in den virtuellen Projektraum zu integrieren. Die Vernetzung des virtuellen Projektraums mit weiteren Kompetenzdomänen erfordert allerdings zusätzliche softwaretechnische Strukturen. Es gilt dabei eine Verschmelzung verschiedener Ressourcen (vergl. Tabelle 15, Seite 92) in einer einheitlichen Softwarestruktur zu realisieren.

Die bisher angewandten Techniken und Strukturen zur softwaretechnischen Unterstützung der Problembearbeitung unterscheiden sich allerdings deutlich von der im weiteren vorgestellten Zielsetzung. Daher beschäftigt sich der folgende Abschnitt mit einem kurzen Rückblick auf die bisherige Entwicklung computerunterstützter Arbeitsweisen im Planen und Bauen. Die Darstellungen sind dabei in drei unterschiedliche Generationen von Softwarewerkzeugen untergliedert, deren Entwicklung nicht zuletzt auf der raschen Steigerung der Prozessorleistung (Faktor 10 in 10 Jahren) und einer gleichzeitigen Reduzierung der Kosten (ebenfalls Faktor 10 in 10 Jahren) basiert [Kurzweil 1990].

Generation I: Prozedurale Werkzeuge

Seit Beginn der 60er Jahre werden im Planen und Bauen verschiedene Werkzeuge eingesetzt, welche die bisher manuelle Bearbeitung, oft sehr zeitintensiver Aufgaben unterstützen. Neben der Textverarbeitung und Tabellenkalkulation sei dabei insbesondere die Einführung von CAD-Systemen erwähnt. Diese Werkzeuge zeichnen sich dadurch aus, daß sie aufgrund vorbestimmter Routinen die verschiedensten Arbeitsschritte, z.B. das Zeichnen eines Grundrisses, unterstützen. Der Vorteil für den Benutzer liegt dabei hauptsächlich in der Möglichkeit, die so erzeugten Elemente im weiteren beliebig zu manipulieren und zu reproduzieren. Die werkzeuginterne Repräsentation der zu bearbeitenden Inhalte beruht dabei auf einem programmspezifischen Format. Die Ergebnisse werden meist in Form eines Ausdrucks dargestellt. Daraus resultierend ist die Übertragung der Ergebnisse von Werkzeug zu Werkzeug (CAD / AVA etc.) nicht möglich. Man spricht in diesem Zusammenhang von einer *mangelnden horizontalen Integration*. Auch der Austausch von Information von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz ist, wenn überhaupt möglich, sehr beschwerlich. Abbildung 55 verdeutlicht den isolierten Charakter dieser einzelarbeitsplatzbezogenen Werkzeuge.

Abbildung 55 Softwarewerkzeuge Generation I



*Generation II:
Objektorientierte
Werkzeuge*

Zu den Werkzeugen der zweiten Generation können diejenigen gezählt werden, welche mit einem breiter angelegten Fokus die Informationsverarbeitung auf der Grundlage einer objektbasierten, internen Repräsentation ermöglichen und dabei auf verteilte Ressourcen zurückgreifen. In der bauplanungsspezifischen Forschung zählen hierzu insbesondere Werkzeuge zur selbständigen Bewertung des Planungsobjektes [vergl. Drach 1993], zur Konflikterkennung, sowie Werkzeuge, welche auf der Basis von Produktmodellen den vertikalen Austausch von Information unterstützen [Hertkorn 1994]. Auch der Austausch sowie der gemeinsame Zugriff auf Information in verteilten Umgebungen (Fileserver) gehört zu den Merkmalen dieser Softwaregeneration.

*Generation III:
Kooperationsunter-
stützung und Assi-
stenz*

Die derzeitigen Entwicklungen zeichnen sich dagegen durch eine rasche Verlagerung hin zur Unterstützung der Kooperation sowie zur interaktiven Problemlösung aus. Dabei wird die gültige Metapher der direkten Interaktion Mensch / Softwarewerkzeug durch die Entwicklung sogenannter *autonomer Agenten*, welche kleinere Aufgaben selbständig erledigen, zugunsten einer Initialisierung von Abläufen, sowie deren Überwachung, verlagert (Kollaboration mit dem Benutzer) [Minar 1999, Maes 1998]. Diese Entwicklungen basieren dabei auf einer umfassenden Vernetzung der Ressourcen (Akteure, Information, explizites Wissen) über weltumspannende Computernetzwerke. Der Charakter dieser Werkzeuge liegt im Vergleich zur ersten Generation nicht mehr in der Unterstützung bei der Ausführung einer bekannten Tätigkeit, sondern in der Assistenz im Rahmen der Problembearbeitung. Dabei steht nicht die Lösung des Problems im Fokus der Anwendung eines solchen Werkzeuges, sondern die Unterstützung des Lösungsprozesses. Für die Entwicklung einer Werkzeugstruktur zur Vernetzung virtueller Projekträume mit externen Kompetenzdomänen ist daher die Darstellung dessen erforderlich, was unter Problemen verstanden wird bzw. in Ergänzung, dem Bild was einer problemspezifischen Lösung entspricht.

Probleme Als Menschen sind wir auf die Fähigkeit, Probleme zu lösen, ständig angewiesen. Fortlaufend stehen wir vor der Entscheidung, wie wir uns verhalten, was wir entsprechend einer gegebenen Situation tun sollen. Typischerweise haben wir es meistens mit mehreren Alternativen zu tun, zwischen welchen wir uns entscheiden müssen. Versuchen wir einer Entscheidung aus dem Weg zu gehen, so ist dies, nämlich sich nicht zu entscheiden, auch eine Entscheidung. Situationen, in denen wir uns entscheiden müssen, nennen wir folglich Problemsituationen. Anders als physikalische Zusammenhänge oder faktische Begebenheiten (Wetter, eigene körperliche Verfassung etc.) werden Probleme von uns erfunden [Probst 1992], indem wir aufgrund unserer Erfahrungen und Wertvorstellungen Situationen beurteilen. Beim Planen und Bauen sind dies z.B. Zustände, welche wir aufgrund unserer Vorbildung, fachlichen Kompetenz oder persönlichen Analyse der Aufgabenstellung verändern wollen. Verschiedene Akteure in der gleichen Problemsituation werden folglich diese Situation in sehr unterschiedlicher Weise beurteilen und entsprechende individuelle Entscheidungen treffen. Der Prozeß der Problemlösung beginnt daher mit dem Erkennen und Problematisieren einer bestimmten Situation entsprechend den individuellen Bedingungen.

Bezogen auf die (leider) häufig anzutreffenden Planungsobjekte, in deren Zusammenhang wir von Fehlplanungen sprechen, liegt die Erkenntnis nahe, daß es sich nicht um schlechte Lösungen wider besseren Willens handelt sondern daß die Situation, aus welcher heraus der Lösungsansatz entwickelt wurde, kein besseres Ergebnis zuließ. Das mangelnde Problemverständnis, entweder eines einzelnen Menschen oder eines Teams, kann daher die Ursache schlechter planerischer Ergebnisse sein.

Lösungen Problemlösungen sind entsprechend der vorhergehenden Definition von Problemsituationen nur bedingt durch logische und damit abbildbare Lösungsansätze beschreibbar. In dem Maße, in welchem das Erkennen einer Problemsituation gemäß den individuellen Rahmenbedingungen erfolgt, ist auch die Bewertung des Lösungsansatzes nur unter individuellen Gesichtspunkten möglich. Der eigenen Wertvorstellung entsprechend werden die tatsächlichen, durch den Lösungsansatz veränderten Bedingungen und Zustände bewertet. Das Erkennen der Qualität eines Lösungsansatzes erfolgt in der Regel basierend auf dem *Trial and Error* Prinzip (Versuch Irrtum Methode).

Entsprechend der in Kapitel 3.1.1 beschriebenen iterativen Vorgehensweise lernen wir an der Realität, bewerten einen Lösungsansatz und analysieren darauf aufbauend die Zielvorstellung und beginnen erneut einen Lösungszyklus. Allerdings erfolgt dieser Vorgang rein mental, das heißt, in unserer Vorstellung manipulieren und verändern wir das persönliche Bild einer Situation, simulieren mögliche Handlungsalternativen und stellen uns die vermuteten Wirkungen in Gedanken vor. Fehlentscheide lassen sich daher bereits auf eine gedankliche Modellierung der Problemsituation zurückfüh-

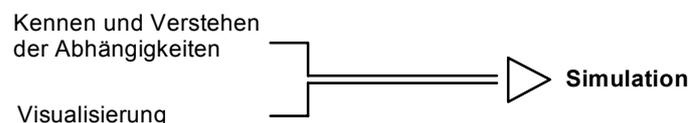
ren, welche wichtige Elemente und Beziehungen der Problemsituation nicht enthält.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, zwischen bekannten und verstandenen Problemsituationen und solchen, welche neu für uns sind, zu unterscheiden. Einfache oder im Bereich der Planung immer wiederkehrende Problemsituationen zeichnen sich dadurch aus, daß wir geübt haben, mit ihnen umzugehen und somit entsprechende Lösungsmuster beherrschen. Problemsituationen mit einem hohen Anteil unbekannter Information, sowie einem Anspruch an ein Lösungswissen, welches wir nicht- oder nur teilweise besitzen, sind daher Gegenstand der weiteren Betrachtungen. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß die Lösung eines Problems von unseren Möglichkeiten, die Problemsituation zu erkennen, und unserem Wissen über die Situation abhängt. Im Weiteren wird daher auf verschiedene Möglichkeiten zur Visualisierung eines Lösungsansatzes durch Simulation eingegangen.

Simulation Um den veränderten Zustand einer bestehenden Situation bewerten zu können, ohne diese Veränderung z.B. physisch herbeizuführen bzw. um mit geringem Aufwand an Ressourcen ein möglichst authentisches Bild dieser mutmaßlich gewünschten Situation zu erhalten, gibt es verschiedene Möglichkeiten, diese Situation zu simulieren. Dabei ist es das Ziel, ein möglichst genaues Abbild der geplanten Veränderung zu erhalten, es zu visualisieren. Wie bereits beschrieben, ist es möglich, einen veränderten Zustand allein in Gedanken zu modellieren und ihn zu bewerten. Die dabei entstehenden Risiken der Fehleinschätzungen sind aber gerade bei komplexen Problemsituationen groß. Der Grad der Komplexität (vergl. Kapitel 2.2.4 "Komplexität", Seite 22) entscheidet daher über die Möglichkeiten, durch Simulation ein Abbild zu bekommen, welches der im Falle einer wirklichen Veränderung eintretenden Situation entspricht. Während bei einfachen Problemen mit geringer Komplexität die Definition eines entsprechenden Modells der Situation möglich ist, muß bei komplexen Problemstellungen rasch mit dem Erreichen der Systemgrenzen gerechnet werden.

Abbildung 56

Simulation



Die Simulation kann daher mit dem Kennen und Verstehen, also dem Wissen um einen Zustand (vergl. Abbildung 6, Seite 18) sowie der Visualisierung dieses Zustandes, verstanden werden. Unsere Möglichkeiten ein Problem zu lösen, die Beurteilung, ob dies einfach oder schwierig ist, hängt von unserem Wissen über die Situation ab. Mit der Visualisierung von Zusammenhängen durch Simulation ist es also möglich, dieses Wissen um

eine Situation zu erzeugen, zu vertiefen oder zu korrigieren. Gerade in Bereichen mit naturgesetzlich determinierten chemischen oder physikalischen Vorgängen lassen sich die Wirkungsbeziehungen zwischen den einzelnen Faktoren als Algorithmen oder Heuristiken abbilden. Im Bauwesen gibt es besonders in der Bauphysik computerbasierte Simulationsumgebungen, mit welchen begrenzte Gesichtspunkte eines Planungsprojektes (z.B. das thermische Verhalten des Gebäudes über ein Jahr unter Einbeziehung verschiedener Faktoren wie Nutzungsart, Geometrie, Ausrichtung, Konstruktionsprinzip etc.) in der Simulation dargestellt werden können [Bauer 1998, Bach 1995]. Die im Simulationsmodell enthaltenen Algorithmen und Heuristiken berücksichtigen dabei die für eine Aussage wichtigen Abhängigkeiten. Mit der Themenstellung in Wirkungsbeziehung stehende Gesichtspunkte wie z.B. der gefühlte Komfort, gestalterische oder konstruktive Gesichtspunkte, werden dabei je nach Komplexitätsgrad des Modells berücksichtigt. Typischerweise sind die dabei bewußt gezogenen Systemgrenzen eng, die Aussage der Simulation kann vom Benutzer des Programms also nur schwer in den Kontext der Gesamtzusammenhänge übertragen werden.

Eine Möglichkeit, den Benutzer in die Interpretation des Ergebnisses stärker einzubeziehen, ist die grafische Darstellung des Simulationsobjektes. Dabei wird die rein faktische Darstellung physikalischer Tatsachen (Verhaltenskurven, Vergleiche Ist - Sollwerte) in das geometrische Umfeld einer Planungssituation integriert. Der Benutzer hat so die Möglichkeit, das Ergebnis der Simulation im Kontext anderer Gesichtspunkte (z.B. Gestaltung, Nutzung) zu bewerten [Heidt 1998]. Eine Verknüpfung der faktischen Erkenntnisse aus der Simulation mit dem Kontext erfolgt also entsprechend den individuellen Fähigkeiten des Benutzers.

Über die zwei- und dreidimensionale Darstellung hinaus gehen die Visualisierungsmöglichkeiten der virtuellen Realität. Daniela Bertol [Bertol 1997] spricht von der virtuellen Realität als dem nächsten logischen Schritt nach der Entwicklung von CAD. Die virtuelle Realität bietet nicht nur eine dreidimensionale Darstellung räumlicher Zusammenhänge, sondern darüber hinaus die Möglichkeit, in diesen Räumen zu navigieren. Hierdurch ergibt sich im Vergleich zu zwei- bzw. dreidimensionalen Visualisierungstechniken die Möglichkeit, Abhängigkeiten umfassend und räumlich zu verfolgen.

Zusätzlich besteht dabei die Möglichkeit, in der Realität räumlich weit auseinander liegende Objekte virtuell zu verknüpfen (z.B. Bauteile-Grundstück-Ausstattung). Der Einsatz dieser Techniken in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (Computerspiele, Raumfahrt, Medizin, militärische und zivile Fahr- und Flugsimulatoren) dient dabei als Indikator einer Verlagerung der an einem faktischen Ergebnis orientierten Simulation, hin zu einer erweiterten Visualisierung, mit dem Ziel, den Benutzer in den Interpretationsprozeß der zu simulierenden Situation aktiv einzubeziehen [Hovestadt 1998, Bertol 1997, Guinand 1995].

4.3.2 Zielsetzung Werkzeugstruktur

(Ein) Planer oder Ingenieur benötigt alle Daten und volle Macht, sie zu kontrollieren und zu manipulieren, wenn er die materiellen Objekte so organisieren soll, daß sie das beabsichtigte Resultat hervorbringen. Aber der Erfolg des Handelns in der Gesellschaft hängt von mehr besonderen Tatsachen ab als irgendjemand möglicherweise kennen kann.

Friedrich von Hayek

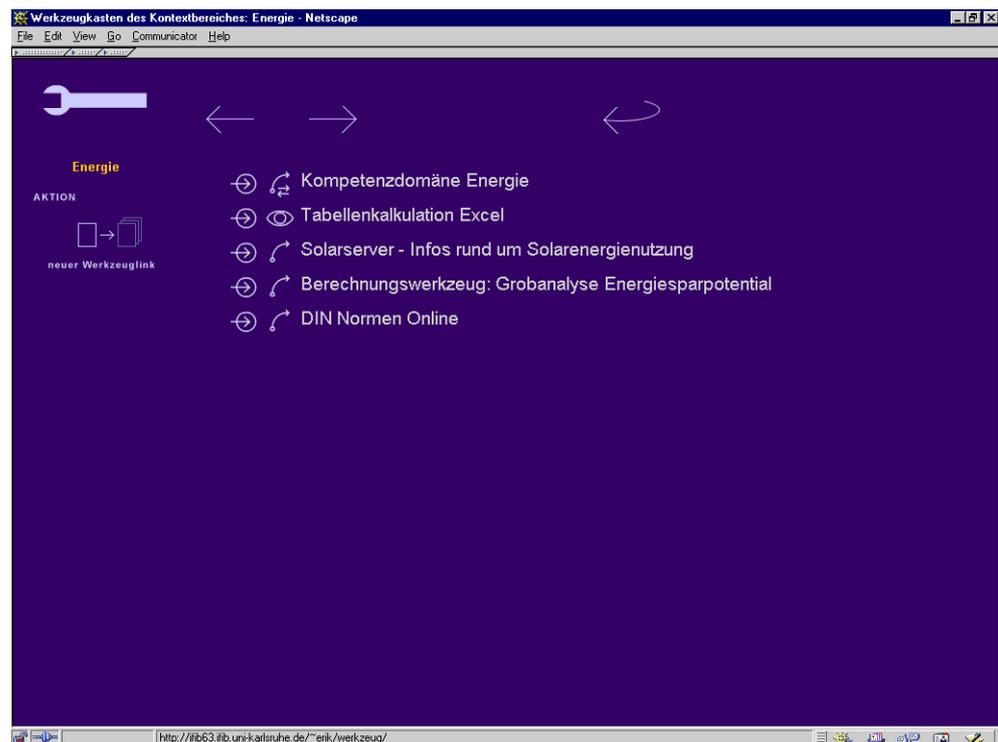
Inhaltliche und prozeßbezogene Planungsarbeiten werden derzeit durch eine Vielzahl computerbasierter Werkzeuge unterstützt. Hierzu zählen unter anderem Applikationen zur geometriebasierten Bearbeitung des Planungsobjektes (CAD), Berechnung, Simulation und der Textverarbeitung. Die Auswahl der eingesetzten Werkzeuge beeinflusst dabei maßgeblich Art und Effizienz der Projektbearbeitung. Für die Zusammenarbeit mit den Projektpartnern ist in diesem Zusammenhang die Abstimmung der verwendeten Austauschformate immer noch Grundlage einer reibungslosen Projektbearbeitung. Ungenügend definierte Schnittstellen (z.B. Einsatz verschiedener, nur bedingt kompatibler Zeichenanwendungen) können zu einem erheblichen Informationsbruch beitragen. Um den Planungsbeteiligten die Abstimmung der zu verwendenden Werkzeuge zu erleichtern, sowie um die Integration externer Ressourcen und Kompetenzdomänen zu ermöglichen, steht in den Kontextbereichen der virtuellen Projekträume ein bisher noch nicht erläutertes Funktionselement mit der Bezeichnung *Werkzeuge* zur Verfügung. Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsweise und Datenintegration dieser Werkzeuge wird bei der Klassifizierung in drei spezifische Integrationsstufen unterschieden.

Integrationsstufen Die meisten Anwendungen im Baubereich zeichnen sich derzeit durch einen spezifischen Einzelplatzbezug aus. Sie werden proprietär auf einem Arbeitsplatzrechner installiert und unterstützen die Bearbeitung lokal gespeicherter Informationsobjekte. Die Austauschformate sind in der Regel sehr proprietär, unterstützen aber häufig internationale Normierungen bzw. Quasistandards, wie im Bereich CAD z.B. die Formate *dxf* und *dwg*. Innerhalb des Werkzeugkastens wird diese Klasse von Werkzeugen unter Nennung der Austauschformate, Version und Layerstruktur etc. abgebildet. Die Bearbeitung der Planungsobjekte erfolgt dabei auf der Grundlage lokal abgespeicherter Informationsobjekte. Hierzu ist es erforderlich, diese Informationsobjekte zunächst aus dem Informationscontainer der kontextspezifischen Arbeitsumgebung auf die Festplatte des lokalen Rechners zu übertragen und später, nach Beendigung des Planungsschritts, dieses Informationsobjekt wieder in den Informationscontainer zu übertragen, um es so

den anderen Projektbeteiligten zugänglich zu machen. Diese recht umständliche Vorgehensweise entfällt bei Werkzeugen der zweiten Integrationsstufe. Hierzu zählen z.B. Client / Server-Anwendungen oder auch Werkzeuge, welche auf der verteilten Objekttechnologie (z.B. CORBA) basieren. Durch den Einsatz plattformunabhängiger Programmiersprachen wie z.B. JAVA werden diese Anwendungen zunehmend internetbasiert entwickelt, was eine hoch flexible Anwendung dieser Werkzeuge ermöglicht. Beispiele hierzu finden sich in verschiedener Form (kostenpflichtig oder frei verfügbar) auf dem Internet und können, analog zu den virtuellen Projekträumen, über WWW-Clients genutzt werden. In den beschriebenen virtuellen Projektraum wurde eine Applikation zur *Grobanalyse Energieeinsparpotential* über die entsprechende URL eingebunden. Bei der Anwendung solcher Werkzeuge ist es allerdings erforderlich, die Informationen zur Beschreibung des Objektes im Rahmen der Bearbeitung manuell einzugeben. Ein Zugriff auf die Informationsobjekte im Projektraum ist nicht möglich. In Abbildung 57 ist die Ansicht eines kontextspezifischen Werkzeugkastens (Energie) dargestellt. Die verschiedenen Anwendungen sind entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu einer Integrationsstufe symbolisch gekennzeichnet.

Abbildung 57

Funktionselement *Werkzeuge*



Werkzeuge der dritten Integrationsstufe verfügen über geeignete Schnittstellen, um auf den Datenbestand des virtuellen Projektraums zugreifen zu können. Diese konzeptionell definierte, und im Rahmen der Erläuterungen zur Kompetenzdomäne Energie im weiteren beschriebene Integrationsstufe baut auf einer erweiterten Definition von Informationsobjekten auf. Die folgenden, grundlegenden Anforderungen sind demnach zu erfüllen.

Repräsentation Der beschriebene virtuelle Projektraum basiert aus verschiedenen, in Kapitel 4.2.3 bereits erläuterten Gründen auf Dokumenten, welche ihrerseits das Planungsobjekt beschreiben (CAD, Text, Berechnung etc.). Sogenannte *Metainformation* erlaubt es, diese verschiedenen Dokumente innerhalb des Systems zu klassifizieren (Dokumententyp, Inhaltsbeschreibung, Report etc.). Diese Art der Informationsobjekte ist in einer gemeinsamen, Lotus NOTES-spezifischen Projektdatenbank gespeichert. Die applikationsübergreifende Bearbeitung von Informationsobjekten erfordert allerdings die Repräsentation der Inhalte auf Objektebene. Zu dieser Problematik finden sich detaillierte Beschreibungen auf der Grundlage verschiedener Werkzeugentwicklungen im Bereich der energetische Optimierung (Datenmodell CAD / Simulation) [Hinkelmann 1999, Kohler 1998, Bach 1995]. Desweiteren sind in diesem Zusammenhang auch umfangreiche Forschungs- und Standardisierungsansätze zu nennen (Produktmodellierung wie z.B. auf der Basis von *ISO-STEP* und *IFC* bzw. Dokumentenbeschreibungssprachen wie SGML und XML), welche im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter behandelt werden. Applikationsübergreifende und geometriespezifische Datenmodelle stehen daher im Rahmen des virtuellen Projektraums als Datei zur Verfügung und müssen zur Bearbeitung auf den lokalen Arbeitsplatzrechner übertragen werden, bzw. nach der Bearbeitung den anderen Projektteilnehmern wieder entsprechend zur Verfügung gestellt werden. Werkzeuge der dritten Integrationsstufe erfordern darüber hinaus den uneingeschränkten und bedarfsorientierten Zugriff auf diese Datenmodelle und andere im Zusammenhang mit der Projektbearbeitung stehende Informationsobjekte (prozeßspezifische Information, Projektbeschreibung etc.). Dies erfordert daher die Erweiterung des virtuellen Projektraums um entsprechende Schnittstellen, welche einen direkten Zugriff auf diese Informationsobjekte ermöglichen (vergl. Middlewareansatz in den Projekten *VEGA (Virtual Enterprises using Groupware tools and distributed Architectures)* [VEGA] und *O.P.E.N. (Object oriented Product data Engineering Network)*).

*Zielsetzung:
Schnittstellen* Ziel der prototypischen Implementierung der Kompetenzdomäne Energie ist es, den Zugriff auf die interne(n) Datenbank(en) des virtuellen Projektraumes zu ermöglichen und exemplarisch semantische, geometrische sowie prozeßbezogene Informationsobjekte in dieser Datenbank zur Verfügung zu stellen. Dabei soll das Format zur Inhaltsbeschreibung, bzw. die letztendlich eingesetzten Beschreibungssprachen (z.B. *IFC*-Klassen) aus Gründen der Flexibilität keine Rolle spielen. Auf der Grundlage der planungsprozeßbezogenen Informationen ist allerdings eine Zugriffsbeschränkung auf die verschiedenen Informationsobjekte, entsprechend der jeweiligen Projektorganisation, zu realisieren. Ein externer Zugriff auf die Planungsumgebung umfaßt somit den Austausch objekt- und prozeßbezogener Information.

*Zielsetzung:
Generik* Die strukturellen Überlegungen zur Umsetzung der externen Kompetenzdomänen basieren auf einer generischen Werkzeugstruktur, welche themenunabhängig als Rahmenwerk zur Verfügung steht. Entsprechend der

erläuterten Kompetenzdomäne ist die Entwicklung weiterer, auf der beschriebenen *Onthologie* [Grohmann 1999] basierender Kompetenzdomänen geplant (Projektmanagement, Lebenszyklusanalyse etc.). Die Anforderungen an eine solche generische Struktur leiten sich aus folgendem Szenario ab. *Die Entwicklung einer Kompetenzdomäne findet zunächst unabhängig von einer Anbindung an einen virtuellen Projektraum statt. Die Motivation zur Wissenverdichtung ist dabei themenspezifisch, und kann sich aus dem Zusammenschluß interessierter Akteure oder auch unter kommerziellen Gesichtspunkten ergeben.* Die im weiteren beschriebene Idee einer Bereitstellung von explizitem Wissen bezieht sich dabei auf die Verlagerung des im Rahmen von Fachliteratur angebotenen expliziten Wissens auf netzbasierte Umgebungen bzw. dort als Teilelement einer Kompetenzdomäne (vergl. Tabelle 15, Seite 92). Ziel der generischen Struktur ist daher:

- die Möglichkeit, beliebige Themenschwerpunkte in derselben Werkzeugstruktur zu realisieren.
- die Möglichkeit, eine beliebige Anzahl solcher Werkzeuge in den virtuellen Projektraum zu integrieren.

Die Erfüllung dieser Anforderungen bildet die prinzipielle Voraussetzung einer Verbindung zwischen Kompetenzsuchendem und Kompetenzanbietendem. Im Vergleich zu verwandten Ansätzen in der Forschung, wie z.B. im Bereich der *Community Ware* [Adriana 1999, Minar 1999, Maes 1998], bietet dieser generische Ansatz die Möglichkeit, eine Kompetenzdomäne nicht nur allgemein (Standalone) zur Verfügung zu stellen, sondern darüber hinaus, die Vernetzung mit einer zweiten Instanz (weiterer Kompetenzdomäne, virtueller Projektraum etc.) auf der Ebene des Datenaustauschs.

*Zielsetzung:
Interaktion*

Wie in der Einführung des Begriffs Kompetenzdomäne erläutert, lebt die Vernetzung von Kompetenzdomänen von der Interaktion, das heißt, nicht der Austausch von Lösungen oder Ergebnissen steht im Vordergrund, sondern die interaktive Bearbeitung eines Lösungswegs. Zielsetzung bei der Entwicklung eines Werkzeugs zur Vernetzung von Kompetenzdomänen ist es daher, solche Interaktionsprozesse zu ermöglichen. Gerade die im Planen und Bauen wichtigen Potentiale wie Intuition und Assoziation werden durch solche, auf Interaktion beruhenden, Vernetzungen unterstützt (vergl. Kapitel 3.1 "Assoziation, Intuition, Entwerfen", Seite 43). Zielsetzung für die Umsetzung einer interaktionsunterstützenden Struktur ist

- die Bereitstellung von problembezogenem, explizitem Wissen auf der Grundlage interaktiver Trainingsprozesse.
- die Überführung dieser Ergebnisse in den laufenden Planungsprozeß.

explizites Wissen

Die Bereitstellung von explizitem Wissen kann auf der Grundlage einer direkten Interaktion Mensch - Mensch erfolgen, aber auch durch verschiedene Medien wie Büchern oder *CBT*-Einheiten. Die vorgestellte Werkzeugstruktur basiert zunächst auf der Übermittlung von aufbereitetem, also

explizitem Wissen. Die Verknüpfung der Planungsbeteiligten mit Akteuren externer Kompetenzdomänen wird im Rahmen dieser Arbeit als zusätzliche Möglichkeit betrachtet, aber in Bezug auf eine technische Umsetzung nicht diskutiert. In diesem Zusammenhang sei auf die Ausführungen in [Adriana 1999] verwiesen. Zielsetzung bei der Aufbereitung von explizitem Wissen ist

- die Bereitstellung sogenannter Trainingsprozesse, welche die interaktive Erschließung eines Wissensgebietes ermöglichen.
- die Bereitstellung von regelbasiertem Wissen zur Entwicklung einer Problemlösungsstrategie.

4.3.3 *Prototypische Implementierung*

Nichts hindert einen Industriellen daran, mit den Methoden eines anderen Jahrhunderts zu arbeiten. Er soll es aber tun. Sein Ruin wäre sicher.

Emile Durkheim

Die prototypische Implementierung einer, von der Struktur virtueller Projekträume zunächst unabhängige Kompetenzdomäne, wird im folgenden an Hand der Domäne Strukturplanung Energie erläutert. Ziel der Umsetzung ist es, Möglichkeiten einer inhaltlichen Unterstützung des Entscheidungsprozesses bei der energetischen Optimierung in den frühen Projektphasen zu ermöglichen. Dabei wird davon ausgegangen, daß neben den Anforderungen an eine teambasierte Definition von Bedarf, Zielen und Aufgaben die kontinuierliche Bereitstellung der entsprechenden fachlichen Grundlagen (Information und explizites Wissen) ein zentrales Problem bei der Projektabwicklung darstellt. Entsprechend der Definition von Kompetenzdomänen in Kapitel 4.1, wonach sich eine Kompetenzdomäne aus den Ressourcen Akteure, explizites Wissen und Information konstituiert, wird im Rahmen der Implementierung der Ausschnitt Information und explizites Wissen behandelt. Die Arbeit mit dem Werkzeug Strukturplanung Energie verfolgt dabei

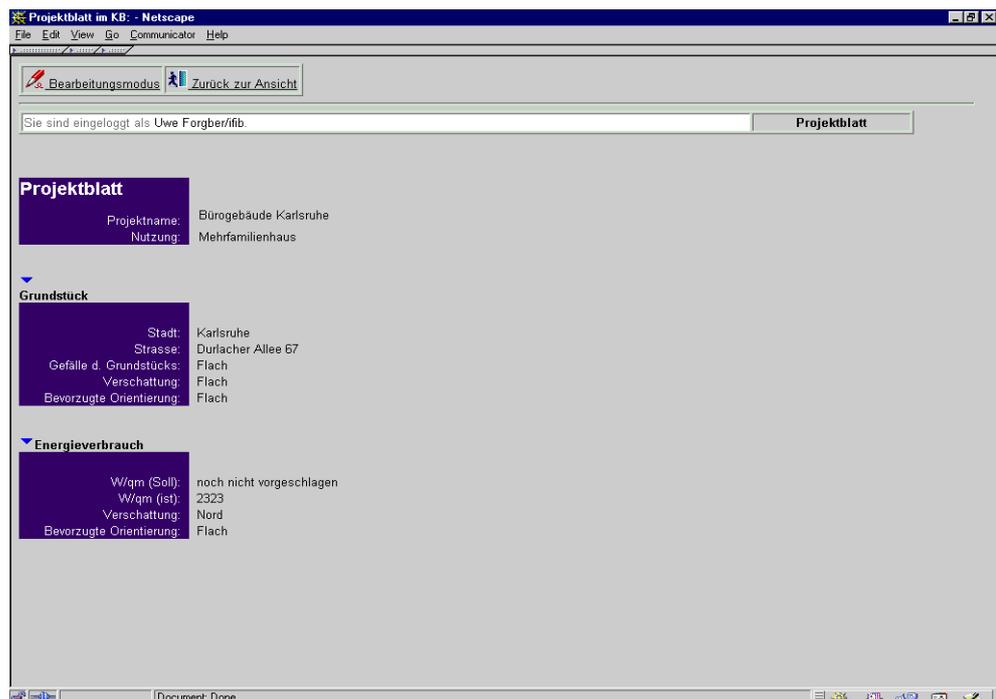
- die Übertragung verschiedener, das Planungsprojekt beschreibender Werte aus dem virtuellen Projektraum in das Werkzeug (Abfrage Werte).
- die Vermittlung von Grundwissen der energetischen Zieldefinition und Strukturplanung von Gebäuden (CBT-Prozesse).
- die Erarbeitung einer konkreten, am Gesamtenergieverbrauch des Gebäudes orientierten Entwurfsstrategie.
- die Überführung der ermittelten Ergebnisse in den virtuellen Projektraum.

Durch die sequentielle Beschreibung der verschiedenen Bearbeitungsschritte werden im weiteren die einzelnen Funktionen und ihre technischen Grundlagen erläutert. Grundlage der Vernetzung des Werkzeuges mit dem

virtuellen Projekträumen ist, wie bereits erwähnt, der Zugriff auf projektspezifische Informationsobjekte in der Projektdatenbank über entsprechende Schnittstellen. Hierzu wurde, ergänzend zu den dokumentenbasierten Informationselementen, ein sogenanntes Projektblatt entwickelt, welches es ermöglicht, projektbeschreibende Informationen in die Projektdatenbank einzugeben (z.B. Nutzungsart, Lage, Orientierung etc.). Das Projektblatt ist dabei Frontend, eines in der plattformspezifischen Datenbank enthaltenen Datenbestandes (Attribut - Wertpaare). Abbildung 58 zeigt das Projektblatt, begrenzt auf die für die Strukturplanung Energie erforderlichen Werte.

Abbildung 58

Ansicht Projektblatt



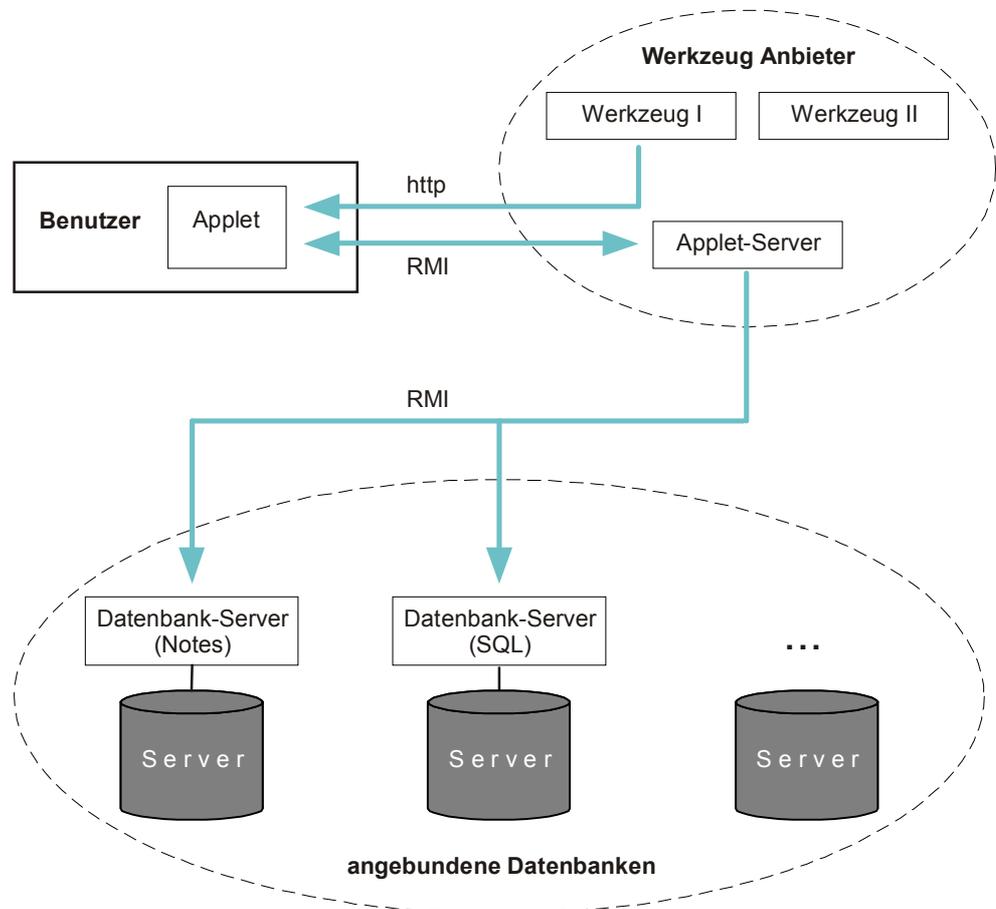
Die für die Prozeßeinbindung des Werkzeuges zusätzlich erforderlichen Informationen (benutzerspezifische Rechte etc.) werden ebenfalls im Rahmen der dynamischen Modellierung des Projektraumes [vergl. Müller 1999] in die Projektdatenbank übertragen. Die erforderlichen Attribut - Wertpaare sind frei definiert, könnten aber alternativ auf der Grundlage eines Standards wie z.B. den *Industry Foundation Classes (IFC)* festgelegt werden. Neben dieser projektraumseitigen Erfüllung der Grundvoraussetzungen einer Werkzeuganbindung sei an dieser Stelle auf zwei grundsätzlich mögliche Bearbeitungsmodi verwiesen. Danach kann das Werkzeug, entsprechend den bereits geschilderten Anforderungen, wie folgt aufgerufen werden:

- Standalone, der Benutzer wählt mit Hilfe der graphischen Benutzeroberfläche die Datenbasis auf der das Werkzeug operiert, selbst aus.
- Aus dem virtuellen Projektraum heraus, d.h. die Datenbasis auf der das Werkzeug operiert, wird aus dem Projektraum heraus geladen.

Bei der Arbeit aus dem virtuellen Projektraum heraus wird das Werkzeug über eine URL (mit Referenz auf die URL des Projektraumes) aufgerufen und in einem zusätzlichen Browserfenster gestartet. Die erforderliche Plattformunabhängigkeit wird dabei durch die Implementierung des Werkzeuges als Java-Applet realisiert. Um Wert - Attributpaare zu verarbeiten bzw. um mit beliebigen Datenbankservern über das Internet kommunizieren zu können (Attribut - Wertpaare aus dem virtuellen Projektraum auslesen, CBT-Prozesse aufrufen usw.), wird eine neue Kommunikationsmethode entwickelt [Blaß 1999]. Dieser vorgestellte Ansatz basiert auf dem Protokoll *Remote Method Invocation (RMI)*. Abbildung 59 verdeutlicht die Zugriffsstruktur des Werkzeugs auf die benötigten Ressourcen. Das dargestellte Szenario geht davon aus, daß Werkzeuganbieter (wie bereits diskutiert, z.B. kommerzielle Betreiber einer Kompetenzdomäne) verschiedene Werkzeuge auf der Grundlage eines oder mehrerer Applet-Server anbieten. Die von den Werkzeugen verarbeiteten Informationen (heuristische Regeln, CBT-Prozesse, projektspezifische), werden ebenfalls über *RMI* eingebunden. Die Erfahrungen mit der beschriebenen Vorgehensweise haben gezeigt, daß die Entwicklung weiterer Versionen des Werkzeuges anstelle der proprietären Java / RMI basierten Methode, auf der Basis Java-IIOP / CORBA erfolgen sollte [Ben-Natan 1998]. Dies würde für die Implementierung die Unabhän-

Abbildung 59

Skizze Werkzeugaufbau

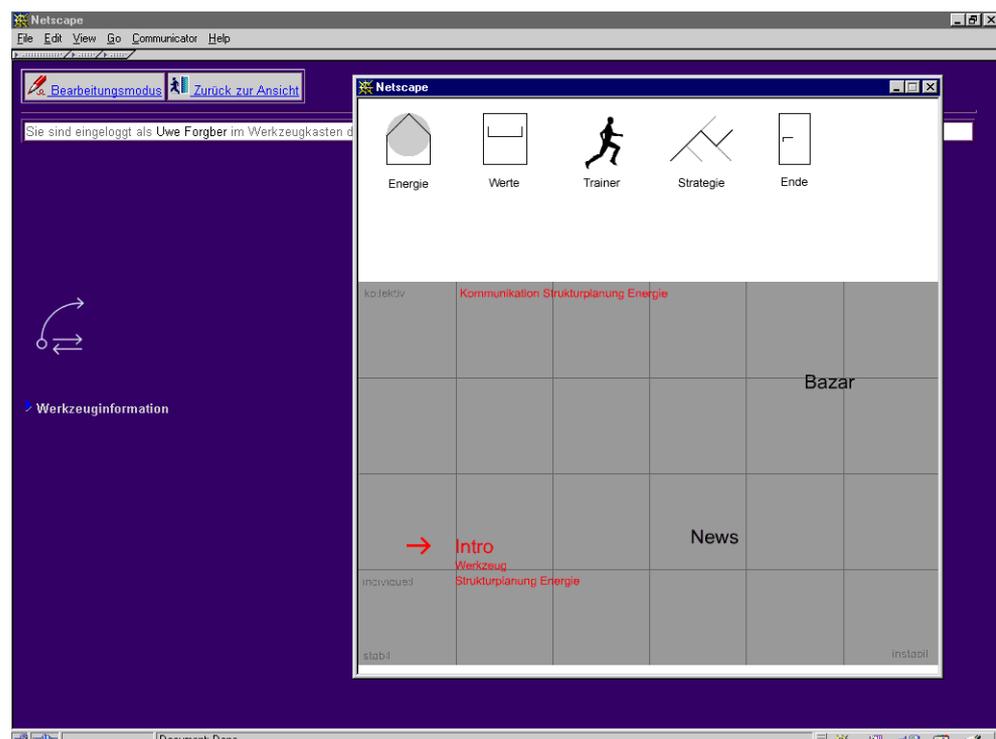


gigkeit von den gewählten Programmiersprachen der jeweiligen Kommunikationspartner ermöglichen. Die Datenbankserver (vergl. Abbildung 59) könnten so z.B. auch in C++ geschrieben werden. Der vorgestellte Ansatz zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß diese allgemeine und flexible Struktur einen Einsatz in verschiedenen Anwendungssituationen, ohne nennenswerte Codeänderungen, erlaubt. Das Werkzeug kann somit als Hülse für das jeweilig angewandte Regelwerk bzw. die eingesetzten CBT-Prozesse betrachtet werden.

Im weiteren Verlauf der Werkzeuganwendung erscheint zunächst die Eingangsoberfläche Strukturplanung Energie. Neben einführenden Informationen zur Motivation werden hier aktuelle Tagesinformationen zum Thema der energetischen Optimierung von Gebäuden angeboten. Diese Funktionalität wurde im Rahmen der prototypischen Implementierung nur beispielhaft realisiert, doch ist ihre Funktion für den Praxisgebrauch nicht zu unterschätzen. Domänenspezifische Tagesinformationen oder Referenzen auf entsprechende Akteure lassen sich derzeit nur mit einem relativ hohen Zeitaufwand generieren. Durch die Integration dieser Ressourcen (*Content*) erhöht sich der Nutzen des Werkzeuges für den Anwender enorm, der reine Werkzeugcharakter im Sinne einer traditionellen Anwendung wird aufgehoben, eine Kompetenzdomäne entsteht.

Neben der Eingangsansicht des Informationsforum stehen drei weitere Werkzeugansichten - Werte / Trainer / Strategie - zur Verfügung. Dieses in Abbildung 60 dargestellte Menu steht in allen Ansichten zur Verfügung und ist fester Bestandteil der generischen Struktur. Damit wird vorgegeben, daß alle auf dieser Struktur basierenden Werkzeuge die Abfrage projektspezifi-

Abbildung 60 Informationsforum Energie

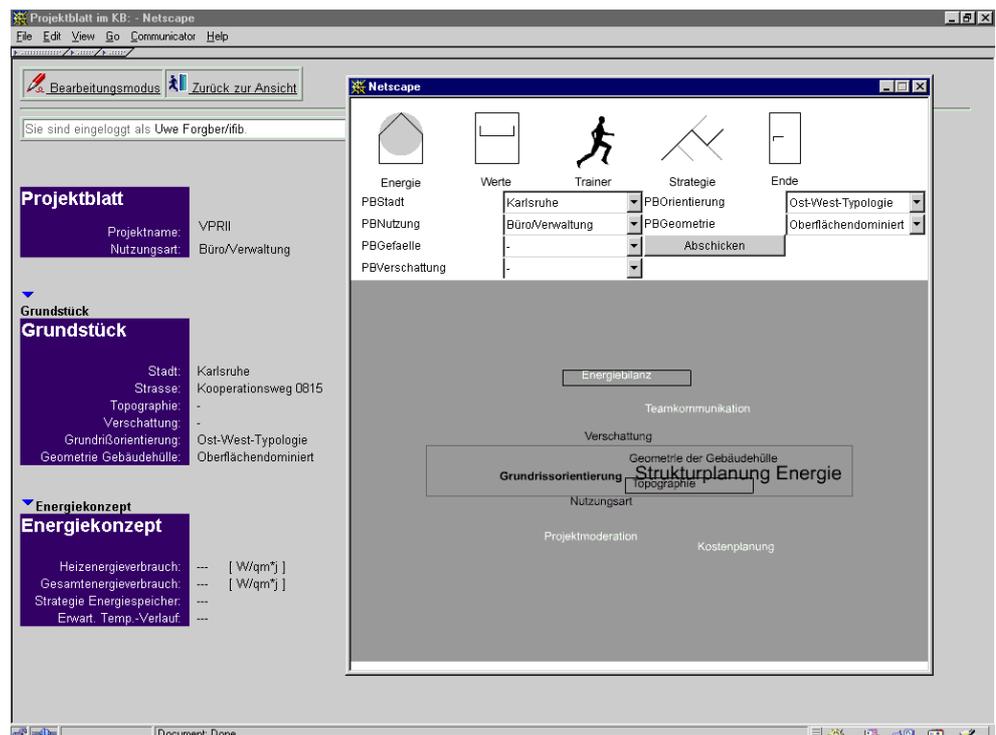


scher Information erfordern, der Benutzer die Möglichkeit zum problemspezifischen Training hat und das Ergebnis einer Sitzung in Form einer interaktiv entwickelten Strategie besteht - unabhängig von der spezifisch bearbeiteten Domäne. In der Ansicht Werte werden alle aus der Projektdatenbank abgerufenen Werte angezeigt. Dabei sucht das Werkzeug nach den benötigten Werten (Wert - Attributpaare) und stellt die gefundenen Werte in dieser Ansicht dar. Noch nicht ermittelte Werte, oder Werte die dem Benutzer nicht nachvollziehbar erscheinen, können als Ausgangspunkt einer Sitzung mit dem Trainer verwendet werden. Dabei gibt es zwei Initialisierungsmodi für den Trainer. Zum einen kann aus der Ansicht Werte das hinter einem Wert stehende Trainersymbol ausgewählt werden, was zu einem Sprung in diesen spezifischen Trainingsprozeß führt. Zum anderen besteht die Möglichkeit die Ansicht Trainer über das Menu zu wählen, was zur Eingangsansicht Informationslandkarte führt (Abbildung 61).

Ziel dieser Informationslandkarte ist es, die verschiedenen, zur Verfügung stehenden Trainingsprozesse darzustellen und, entsprechend ihrer jeweiligen thematischen Nähe zueinander, zu gewichten. Dabei bleibt das Auswahlpektrum nicht auf die Kompetenzdomäne Energie beschränkt. Basierend auf der Implementierung einer Vielzahl von Trainingsprozessen unterschiedlichster Themenstellung ist es denkbar, über die Auswahl thematisch verwandter Trainingsprozesse in eine andere Domäne zu wechseln (z.B. Energie => Projektmanagement). Diese inhaltsbezogene Gruppierung von Themenbereichen ist Gegenstand verschiedener Projekte [IMAGE ENGINE, PLUMBDESIGN, CARTIA] und bietet neben den genannten Ansätzen weitere Möglichkeiten zur Vernetzung von Kompetenzdomänen.

Abbildung 61

Informationslandkarte Trainer Energie



Lernziele Die Gestaltung der einzelnen Trainingsprozesse basiert auf einem hohen Anteil visualisierter Zusammenhänge. Gerade komplexe Themen, wie z.B. im Fall der Kompetenzdomäne Energie die Erläuterung des Einflusses der umgebenden Topographie auf das energetische Verhalten eines Gebäudes, sind auf der Grundlage rein textbasierter Darstellungen schwer verständlich. Ziel der im Rahmen der Werkzeugansicht *Trainer* angebotenen *CBT*-Prozesse ist es daher, durch Visualisierung und Interaktion die textuellen Erläuterungen zu ergänzen und durch Animationen erfahrbar zu machen.

Diese Vorgehensweise basiert auf grundlegenden Erkenntnissen im Bereich der Lerntechniken. Allgemein wird dabei in drei unterschiedliche Lernzielbereiche (Lernzieldimensionen) unterschieden [Schanda 1995]. Jedem dieser Bereiche - kognitiv, psychomotorischer und affektiv -, lassen sich bestimmte Lerntechniken zuordnen, die typisch oder besonders gut geeignet sind für eine Realisierung von Lernzielen in diesem Bereich [vergl. Martens 1987].

Tabelle 19

Lernzielbereiche

Kognitiv	Psychomotorisch	Affektiv
Auswendiglernen Einsichtiges Lernen	Lernen von Bewegungsabläufen	Einstellungslernen Soziales Lernen

Gerade für die Erfassung komplexer Zusammenhänge sind Lerntechniken aus dem kognitiven Bereich besonders gut geeignet. Dabei ist allein das Auswendiglernen von Sachverhalten wenig zuträglich, da nur das Verstehende Lernen zu einem einsichtigen Umgang mit den Gesamtzusammenhängen führt. Der Vorgang der Einsicht spielt sich, im vereinfachten Sinne nach der Gestaltpsychologie, ähnlich ab wie der Vorgang der Wahrnehmung. Danach sieht der Mensch nicht einzelne Elemente, deren Ordnung von außen vorgegeben ist, sondern er sieht Bedeutungsgehalte. Dabei wird die Wahrnehmung um die Erfahrung ergänzt bzw. werden die einzelnen Elemente der Wahrnehmung entsprechend umgeordnet, um ihnen einen Sinn zu geben.

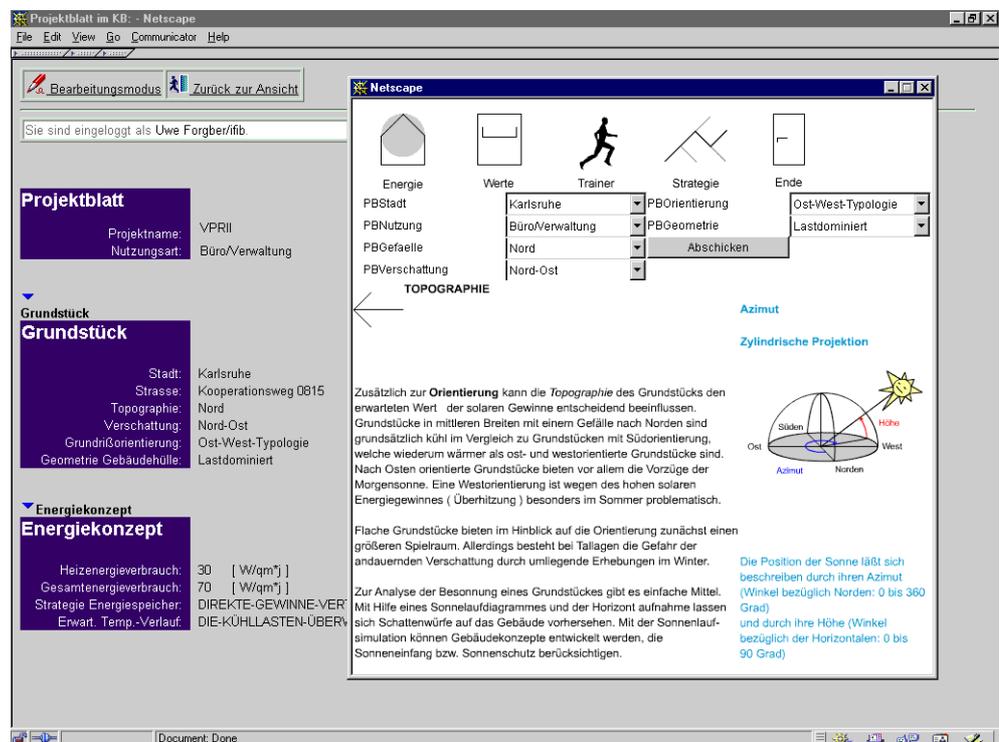
Vergleichbar mit der Wahrnehmung ergeben sich auch im Bereich des Denkens Bilder oder Strukturen, wenn Zusammenhänge verständlich werden. Für den Aufbau einzelner Lerneinheiten ergeben sich aus diesen Darstellungen die folgenden Anforderungen:

- Der Zusammenhang muß klar und übersichtlich strukturiert, und auf einen Blick erfaßbar sein
- Die einzelnen Elemente, aus denen die dargestellten Beziehungen aufgebaut sind, müssen bekannt sein
- Der Lernende sollte die Möglichkeit haben, fehlende Elemente innerhalb der Struktur selbst zu entdecken, mit dem Ziel eines reflektierenden, produktiven Lösungsansatzes (Aha-Erlebnis)

Auf der Basis dieser Anforderungen werden in den Trainingseinheiten Texte, Grafiken und Animationen zu einer Einheit ergänzt. Jede dieser Einheiten bietet somit alle erforderlichen Ressourcen, diesen eingegrenzten Themenbereich reflektierend zu erfahren, und darauf aufbauend, projektspezifische Auswahlen zu treffen (Problemstellung Orientierung = Auswahl des Wertes, welcher am ehesten den projektspezifischen Verhältnissen entspricht).

Durch diese Vorgehensweise wird die prinzipielle Erklärung des Themenbereichs mit der individuellen Situation verknüpft. Die einem einzelstehenden Kontext entnommenen Inhalte (CD-ROM Nesa [Heidt 1998]) werden so in einen projektspezifischen Kontext gestellt. Abbildung 62 zeigt die Eingangsansicht der CBT-Einheit Topographie.

Abbildung 62 Traineransicht Topographie



Ziel der beschriebenen CBT-Einheiten ist es zum einen, die zur Erarbeitung einer Strategie zur energetischen Strukturplanung erforderlichen Werte zu ermitteln, zum anderen, das domänenspezifische Lösungswissen des Benutzers zu ergänzen. Nach Abschluß einer Trainingseinheit erfolgt die Übergabe der ermittelten Werte an die Werkzeugdatenbank (Werkzeugerverseitig, vergl. Abbildung 59).

Einsatz von Regeln

Nach Ermittlung aller erforderlichen Werte bietet sich mit der dritten Ansicht *Strategie* die Möglichkeit des Abrufs einer projektspezifischen Planungsstrategie. Diese Ansicht ist Frontend eines regelbasierten Systems, welches die vorliegenden Werte (durch den Benutzer ermittelte und aus dem virtuellen Projektraum geladene) unter Anwendung themenspezifischer Heuristiken auswertet und dem Benutzer einen Strategievorschlag unterbreitet. In diesem Zusammenhang sei in kurzer Form auf folgende Definition von Regeln

in [Hovestadt 1994] verwiesen: *Mit der Bezeichnung Regel werden gerichtete Beziehungen zwischen verschiedenen Objekten umschrieben. Dabei hat eine Regel (z.B. A -> B) immer eine Vorbedingung und eine Aktion. Die Aktion kann aber nur dann ausgeführt werden, wenn die spezifische(n) Vorbedingung(en) erfüllt ist (sind). Grundlegende Ableitungsstrategien für Regelsysteme sind dabei die sogenannten Vorwärts- und Rückwärtsverkettungen. Bei der Vorwärtsverkettung werden die Regeln danach ausgewählt, ob ihre Vorbedingungen durch die Daten in der Datenbasis erfüllt ist, und bei der Rückwärtsverkettung danach, ob ihre Aktion zur Herleitung eines vorgegebenen Ziels beiträgt.*

Motivation zu dieser, auf der Basis von Jess (Java-Version der KI-Shell C Language Integrated Production System (CLIPS) [Friedman-Hill 1998, Watson 1997]) entwickelten Wissensbasis ist dabei nicht der Ersatz der Benutzerentscheide durch das System, sondern die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage. Der Benutzer wird daher in seinem Entscheidungsprozeß unterstützt und nicht ersetzt. Ziel dieses recht schematisch implementierten Funktionselementes ist die Kombination benutzer- und computerspezifischer Fähigkeiten, hin zu einem transparenteren Entscheidungsprozeß. Danach zeichnet sich der Computer durch folgende Eigenschaften aus:

- hohe Geschwindigkeit bei der Informationsverarbeitung.
- hohe Genauigkeit und die Möglichkeiten, Information in fast unbegrenztem Ausmaß zu speichern.
- die Möglichkeit, mehrere Prozesse gleichzeitig zu bearbeiten.

Die menschlichen Vorzüge gegenüber dem Computer liegen ganz klar in den in Kapitel 3.1 "Assoziation, Intuition, Entwerfen", Seite 43 beschriebenen Bereichen Intuition, Kreativität und Konzeptionsfähigkeit. Die von den Trainingseinheiten und der Werkzeugansicht Strategie verfolgten Ziele liegen daher in einer Vergrößerung des Lösungsraumes (umfangreicheres Lösungswissen des Benutzers) bzw. in der Reduktion von Varietät bei der Entwicklung einer Lösungsstrategie (vergl. Kapitel 3.2 "Planungsmethoden", Seite 51). Somit bleibt die Annahme, Modifikation oder Verwerfung einer vorgeschlagenen Entwurfsstrategie dem Benutzer überlassen. Auch die Übertragung der ermittelten neuen Werte (z.B. strategiebasierte Anforderungen an das Planungsergebnis) erfolgt benutzerdefiniert und in Abhängigkeit der nutzerspezifischen Rechte (Schreibrechte im jeweiligen Kontextbereich etc.).

Die weitere Entwicklung dieser Werkzeugstruktur sieht eine systematische Einbeziehung der erzeugten Ergebnisse in den allgemeinen Planungsprozeß vor. Insbesondere die Kopplung der Anforderungsdefinition mit der Benachrichtigung der von dieser Entscheidung betroffenen Akteure ist in diesem Zusammenhang geplant.

4.4 Zusammenfassung

Wie andere Bereiche des gesellschaftlichen Lebens, so gerät auch das Planen und Bauen zunehmend unter den Einfluß strukturstiftender *IuK*-Technologien. Diese Entwicklung zeigt sich zunächst in der Adaption verschiedener Hilfsmittel um einzelne, an der traditionellen Arbeitsweise orientierte Tätigkeiten effizienter durchzuführen (Einsatz von CAD, verschiedene Technologien zur Kommunikation, *EDM*-Systeme, etc.).

Ein möglicher Wandel der Vorgehensweisen im Planen und Bauen zeichnet sich allerdings erst dadurch aus, daß sich die Adaption neuer Technologien zur Bearbeitung einer Problemstellung auf der Grundlage traditioneller Vorgehensweisen zu einem wechselseitigen Veränderungsprozeß Technologie - Vorgehensweise entwickelt. Die hierfür erforderliche Reflexion des traditionellen Handelns durch die Planungsbeteiligten erfolgt in der Praxis aber nur in einem stark eingegrenzten Rahmen.

Durch die Verschmelzung teamorientierter, methodischer Ansätze mit verschiedenen informationstechnologischen Komponenten zu einem Kooperationsmodell der computerbasierten kooperativen Planung wurden in Kapitel 3 wichtige Grundlagen für die Umsetzung einer veränderten Vorgehensweisen geschaffen. Der daraus resultierende, technologiebasierte Vernetzungsansatz wurde in Kapitel 4 unter dem Gesichtspunkt der Nutzung zusätzlicher, durch diese Vernetzungsmöglichkeiten erschließbarer Ressourcen erläutert (externe Kompetenzdomänen). Die Darstellung prinzipieller organisatorischer Modelle (virtuelle Unternehmen, intra- und interorganisationale Strukturen) verdeutlichte dies anhand von Beispielen extranetz-basierter Zusammenschlüsse von Unternehmen zu einer projektspezifischen Organisation, welche konsequent die dynamische Integration der für die Projektbearbeitung erforderlichen Ressourcen verfolgen.

Die Erläuterung technologischer Grundlagen der computerbasierten Kooperation (*CSCW* / *Groupware*) verdeutlichte in diesem Zusammenhang das Potential mit Hilfe sogenannter Telekooperationsumgebungen die Dimension Raum und Zeit, zumindest in Teilbereichen, zu überbrücken. Darauf aufbauend wurde im weiteren eine bauspezifische Telekooperationsumgebung als Grundlage der Zusammenarbeit vorgestellt. Mit dem Hinweis auf die zugrundeliegende Strukturen einer virtuellen Organisation und die Verlagerung aller planerischen Ressourcen in eine virtuelle Arbeitsumgebung wurde der Begriff des virtuellen Projektraumes eingeführt.

Der Einsatz des erläuterten virtuellen Projektraumes in mehreren Praxisprojekten ermöglichte dabei die Validierung der verfolgten Ansätze. Demnach wurde die starke Wechselbeziehung zwischen Vorgehensweise und den verschiedenen, diese Vorgehensweise unterstützenden Elementen, nochmals verdeutlicht. Gerade die team- und anforderungsorientierte Planung ist auf ein entsprechendes konzeptionelles Engagement aller Planungsbeteiligten, und dabei insbesondere auf eine moderierenden Instanz, angewiesen. Der

virtuelle Projektraum stellt in Form von Kontextbereichen und verschiedenen Funktionselementen ein Rahmenwerk zur Verfügung, welches auf der anderen Seite aber Entfaltungsspielraum für die Planer bietet. Die Kopplung des Begriffs Team (nach Definition in Kapitel 2.3.1 "Multidisziplinäre Projektteams", Seite 27, max. 9 Personen) an die Summe aller in einem Kontextbereich beteiligten Akteure (bei großen Projekten typischerweise größer als 9 Akteure) wurde als kritisch erläutert. Alternativ wurde die Entkopplung des Begriffs Team von der Summe aller in einem Kontextbereich vertretenen Akteure mit dem Ziel vorgeschlagen, bei Bedarf aufgabenspezifische ad hoc Teams zu bilden.

Die Vernetzung des virtuellen Projektraumes mit externen Kompetenzdomänen wurde anhand der ausschnittsweisen Implementierung einer generischen - und damit themenunabhängigen - Softwarestruktur dargestellt (Bereitstellung der Ressourcen Information und explizites Wissen). Möglichkeiten der Vernetzung expliziter Wissenressourcen wurden auf der Basis netzbasierter *CBT*-Elemente und einer Informationslandkarte vorgestellt.

5 Zusammenfassung

Den Fortschritt verdanken die Menschen den Unzufriedenen.

Aldous Huxley

Die Planung von umbautem Raum basiert grundsätzlich auf sehr spezifischen Rahmenbedingungen, wie z.B. der geographischen Lage des Grundstückes, den Nutzeranforderungen und den an der Planung beteiligten Akteuren. Verschiedene Versuche, den Grundbedarf an umbautem Raum formalisierend zu beschreiben und in der Konsequenz als Massenprodukt zu produzieren, wurden im Rahmen dieser Arbeit dargestellt und diskutiert. Der Zielkonflikt zwischen der Definition individueller Ansprüche an das Planungsergebnis und den Bestrebungen der Standardisierung dieser Ansprüche wurde in diesem Zusammenhang erläutert. Als letzter Versuch der industriellen Massenfertigung von Gebäuden wurde das Konzept der Gebäudebaukästen, bei welchen eine begrenzte Anzahl einzelner Komponenten über definierte Schnittstellen in fast unbegrenzter Weise zu einem individuellen Ergebnis kombiniert werden können, vorgestellt.

Neue Möglichkeiten im Bereich der Fertigung (Verknüpfung von *Computer Aided Design (CAD)* und *Computer Aided Manufacturing (CAM)*, bzw. dem *Computer Integrated Manufacturing (CIM)*) verdeutlichen die Notwendigkeit einer immer stärkeren Verknüpfung des Abstimmungsprozesses der Planungsbeteiligten (Definition von Anforderungen an das Planungsobjekt, Ableitung von Zielen und Aufgaben) mit den individuell in Frage kommenden Fertigungstechniken. Daraus resultierend wurden diese Entwicklungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit als das Paradigma der massenhaften Unikatfertigung eingeführt - individuelle Planungsprozesse führen zur massenhaften Produktion umbauten Raumes.

Die hierfür erforderlichen Abstimmungs- und Kooperationsprozesse basieren aber, im Gegensatz zur traditionellen Vorgehensweise, bei welcher die Planungsbeteiligten auf der Basis inhaltlicher Ergebnisse miteinander kommunizieren, auf einer Zusammenarbeit auf Prozeßebene. In diesem Zusammenhang wurden wichtige Grundlagen der Zusammenarbeit erläutert und anhand der Begriffe Gruppen- und Teamarbeit dargestellt. Neben dieser, auf den neuen Fertigungsmöglichkeiten beruhenden Motivation zur kooperativen Zusammenarbeit der Projektbeteiligten, erfordert auch die Entwicklung und Umsetzung lebenszyklusbezogener Planungskonzepte eine verbesserte Bündelung der in einem Planungsprozeß vielfältig vorhandenen fachspezifischen Kenntnisse. Verschiedene methodische Ansätze zur

teamorientierten Bauplanung wurden in diesem Zusammenhang vorgestellt. Vor dem Hintergrund einer konsequenten Übertragung des teamorientierten Planungsansatzes auf eine *IuK*-gestützte Telekooperationsumgebung wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Kooperationsmodell zur computerbasierten kooperativen Planung dargestellt und diskutiert.

Die hieraus resultierenden Vernetzungsmöglichkeiten planerischer Ressourcen (Akteure, explizites Wissen und Information) führten zur Implementierung sogenannter virtueller Projekträume sowie zu externen Kompetenzdomänen, welche sich bei Bedarf mit diesen virtuellen Projekträumen beliebig vernetzen lassen, um so über eine Kompetenzverdichtung den zur Verfügung stehenden Lösungsraum zu vergrößern (vergl. Kapitel 2.2.4 "Komplexität", Seite 22).

5.1 Ausblick

Neue Formen der Zusammenarbeit auf der Basis von *IuK*-Technologien ermöglichen die Verlagerung des Schwerpunktes der Zusammenarbeit vom reinen Informieren hin zur Kooperation. Dabei werden die räumlichen und zeitlichen Grenzen zwischen den Beteiligten aufgehoben. Die projektbezogene Kooperation der Planungsbeteiligten basiert so zunehmend auf der individuellen Qualifikation und Kompetenz der Beteiligten. Zusätzlich entsteht so die Möglichkeit, eine steigende Zahl kompetenter Akteure für immer kürzere Zeiträume in die Projektbearbeitung zu involvieren [vergl. Rifkin 1996, Heuser 1996]. Die aus diesen Veränderungen resultierende Steigerung der Effizienz und Effektivität setzt zugleich hohe Rationalisierungs- wie auch Verbesserungspotentiale frei.

Der Sinn und Zweck dieser Veränderungen steht so in direktem Zusammenhang mit den sozialen Entwicklungen in der Gesellschaft. Gerade die Rationalisierungspotentiale führen typischerweise und kurzfristig zur Nutzung dieser Entwicklungen unter rein monetären Gesichtspunkten. Die Nutzung der Verbesserungspotentiale, im Sinne des Planungsobjektes (Raumqualität, Senkung der lebenszyklusbezogenen Kosten etc.) erfordert aber die bewußte Lenkung der freigewordenen planerischen Ressourcen. Unter den heutigen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen bedeutet dies die Kommerzialisierung der Effektivität. Zur Annahme dieser Herausforderung soll die vorliegende Arbeit sowie der folgende und abschließende Ausspruch Henry Fords [Ford 1923] ermutigen:

Jedes wachsende Unternehmen schafft gleichzeitig neue Arbeitsgelegenheiten für die Tüchtigen. Es kann gar nicht umhin das zu tun. Damit ist nicht gesagt, daß sich nun tagtäglich und scharenweise neue Möglichkeiten bieten. Im Gegenteil. Sie wollen durch schwere Arbeit errungen werden; nur wer dem Rad der Routine standhält und trotzdem geistig rege und lebendig bleibt, kommt zu dem Schluß in die richtige Richtung.

Literatur / WWW Referenzen

- Adriana V.: *Agents for Expertise Location*. Stanford University, CA., USA: Proceedings AAAI Spring Symposium on Intelligent Agents in Cyberspace 1999.
- Albrecht P.: *Innovative Schalung für ein außergewöhnliches Bauprojekt: Der neue Zollhof in Düsseldorf*. In: Beton, Heft Nr. 9, 1998.
- Ancona D.: *Information Technology and Work Groups: The Case of New Product Teams*. In: Galegher J., Kraut E., Egido C. (Hrsg.): *Intellectual Teamwork. Social and Technological Foundations of Cooperative Work*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Verlag 1990.
- Archer B.: *Systematic Methods for Design*. In: Design, Ausgaben 172, 174, 176, 179, 181, 185, 188 April 1963 bis August 1964.
- Asimow M.: *Introduction to Design*. New Jersey, USA: Prentice-Hall Verlag 1962.
- ATLAS: *Architecture, Methodology and Tools for Computer-Integrated Large-Scale Engineering*. Dokumentationen auf dem Internet. <http://www.fcul.research.ec.org/esp-syn/text/7280.html>
- Bach et. all.: *OPTIMA- Neue Strategien zur Minimierung des Energieverbrauchs in Gebäuden*. Universität Stuttgart: Ergebnisse eines Vorhabens im Rahmen des Forschungsschwerpunkt-Programmes des Landes Baden-Württemberg 1995.
- Bateson G.: *Geist und Natur- Eine notwendige Einheit*. Suhrkamp Verlag 1979.
- Bauer M.: *Unterstützung der Planung durch Simulation*. In: Kohler N. et. All.: *Zwischenbericht des Projektes RETEx II / INTESOL für das Jahr 1997*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) 1998.
- Becker U., Schneider J.: *Kleingruppenforschung im deutschsprachigen Raum zwischen 1979 und 1985*. In: Ardelt-Gattinger E., Lechner H. und Schlögel W. (Hrsg.): *Gruppendynamik, Anspruch und Wirklichkeit der Arbeit in Gruppen*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie 1998.
- Ben-Natan R.: *Corba on the web*. New York, USA: McGraw-Hill Verlag 1998.
- Bentley R., Appelt W., Busbach U., Hinrichs E., Kerr D., Sikkel J., Woetzel G.: *Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web*. Cambridge, USA: Special Issue on Novel Applications of the WWW, Academic Press, Spring 1997.

- Bertol D.: *Designing Digital Space. An Architects Guide to Virtual Reality.* New York: John Wiley & Sons, Inc. 1997.
- Bijl A.: *Building Representation.* University of Edinburgh, England: Contribution to Chexbres Workshop on Computer Building Representation, 23 bis 25 Oktober 1989.
- Björk B.: *A conceptual model of spaces, space boundaries and enclosing structures.* In: *Automation in construction; An international journal for the building industry.* Amsterdam, Holland: Elsevier Verlag 1992.
- Blaß E., Forgber U.: *Ein generisches Werkzeug zur Anbindung von Wissensressourcen an internetbasierte Planungsumgebungen.* Technische Universität Darmstadt: XI. Forum Bauinformatik, 22. bis 24. September 1999.
- Borghoff U., Schlichter J.: *Rechnergestützte Gruppenarbeit: Eine Einführung in Verteilte Anwendungen.* Berlin: Springer Verlag 1996.
- Börs J.: *Solar Bau TK3: Neubau eines Mehrzweck-Laborgebäudes für Innovation und Transfer in Siegen.* Gemeinnützige Gesellschaft für Innovation und Transfer (GIT), Siegen. bmb+f Förderkennzeichen 0335006P. Zwischenbericht 1998, Februar 1999.
- BSCW: *Basic Support for Cooperative Work.* Dokumentationen auf dem Internet. <http://bscw.gmd.de>
- Building: *Whole life cost model.* In: Building: Seite 65, 15 Januar 1999.
- Bürgel H. (Hrsg.): *Wissensmanagement. Schritte zum intelligenten Unternehmen.* Berlin: Springer Verlag 1998.
- Buschmann D. von: *Neue Instrumente der Architekturinformatik. Informationen gemeinsam nutzen.* In: Schmitt G.: *Architektur mit dem Computer.* Braunschweig: Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft 1996.
- Campbell C.: *The Coming Oil Crisis.* Brentwood, England: Multi-Science Publishing Company & Petroconsultants S.A. 1997.
- Capra F.: *Wendezeit. Der Aufbruch zu einem Neuen Bewußtsein in Wissenschaft und Gesellschaft.* Bern, München, Wien: Scherz Verlag 1987.
- Carlian J.-P.: *The Ecole des Baux-Arts: Modes and Manners.* Journal of Architectural Education, Nr. 23 November 1997.
- CARTIA: *Mapping the Informations Landscape.* Projektdokumentation auf dem Internet unter der Adresse: <http://www.cartia.com>
- Churchman C.: *Wicked Problems.* In: Management Science Nr. 4 Seite 141-142 1967.
- Combine: *Combine II.* Projektdokumentation auf dem Internet unter der Adresse: <http://erg.ucd.ie/combine.html>

- COMMIT: *COnstruction Modelling and Methodologies for Intelligent information inTegration*. Projektdokumentation auf dem Internet unter der Adresse: <http://www.salford.ac.uk/iti/projects/commit/commit.html>
- CSCW: *Computer Supported Cooperative Work*. Dokumentationen auf dem Internet. <http://www.telekooperation.de/cscw/>
- de Graaf R., Sol E.: *Assessing Europe's Readiness for Concurrent Engineering*. In: Paul A., Sobolewski M. (Hrsg.): *Concurrent Engineering: Research and Applications. A Global Perspective*. Johnstown, Pa, USA: Benschhoff Printing Company 1994.
- Deléage J.-P.: *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*. Paris: Verlag La Decouverte 1991.
- Deleuze G.: *Postscript on the Societies of Control*. In: *Rethinking Architecture*, Editor Leach N.. New York: Routledge Verlag 1996.
- Deutsch M., Schietinger L., Beer K.: *EDI-Historie eines Automobilzulieferers*. In: Fedtke S. (Hrsg.): *Unternehmenserfolg mit EDI: Strategie und Realisierung des elektronischen Datenaustausches*. Braunschweig 1995.
- Dier M., Lautenbacher S.: *Groupware - Technologien für die lernende Organisation*. München: Computerwoche Verlag 1994.
- Dinger F., Forgber U.: *Graphische Kommunikationsunterstützung internet-basierter Projekträume*. Technische Universität Darmstadt: XI. Forum Bauinformatik, 22. bis 24. September 1999.
- Dingler F.: *Das Raumbuch als Vademekum des Gebäudes. Strukturierung von Gebäudeinformationen aus Planung, Ausführung und Nutzung für den Einsatz in DV-gestützten Planungsumgebungen am Beispiel des Raumbuchs*. Karlsruhe: Diplomarbeit, Universität Karlsruhe (TH) 1998.
- Drach A.: *Flexible Werkzeuge für die integrierte Gebäudeplanung*. Karlsruhe: Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), 1993.
- Drucker P.: *The Practice of Management*. London: William Heinemann LTD. 1961.
- Egber D.: *The Baux-Arts Tradition in French Architecture*. Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press 1980.
- Elliot C.: *Technics and Architecture: The Development of Materials and Systems for Buildings*. Cambridge, Massachusetts, USA: The MIT Press 1992.
- FABEL: *Das FABEL-Konsortium. FABEL-Report 1-40*. St. Augustin: GMD, bmb+f - Verbundvorhaben 01W 104- 1993-1996.
- Fink D.: *Virtuelle Unternehmensstrukturen: Strategische Wettbewerbsvorteile durch Telearbeit und Telekooperation*. Wiesbaden: Gabler Verlag, Deutscher Universitäts-Verlag 1998.

- Fitzpatrick G.: *The Locales Framework: Understanding and Designing for Cooperative Work*. University of Queensland, Australien: Doktorarbeit am Department of Computer Science and Electrical Engineering 1998.
- Flemming U., Woodbury R.: *Software environment to support early phases in building design (SEED)*. In: Journal of Architectural Engineering, ASCE, 1(4): 147-152 1995.
- Flusser V.: *Der Flusser-Reader zu Kommunikation, Medien und Design*. Berlin: Bollmann Verlag GmbH 1996.
- Ford H.: *Henry Ford, Mein Leben und Werk*. Leipzig: Paul List Verlag 1923.
- Forgber U., Müller C., Dinger F.: *Computerbasierte Kooperative Planung*. Karlsruhe: CD-ROM, Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe (TH) 1997.
- Forgber U.: *A Virtual Work Environment for AEC Project Collaboration*. Espoo, Finland: The 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction 1999.
- Forgber U.: *Dynamische Entscheidungsunterstützung in Computerbasierten Kooperativen Planungsumgebungen*. Weimar: X. Forum Bauinformatik, 1998.
- Frampton K.: *Apropos Ulm. Curriculum and Critical Theory*. Oppositions, 3, Seite 17-36 1974.
- Frampton K.: *Modern Architecture 1851-1945*. New York: Rizzoli International Publications 1983.
- Friedman-Hill E.: *Jess, The Java Expert System Shell*. Livermore, CA, USA. Sandia National Laboratories, Distributed Computing Systems 1999.
- Gahl T.: *Grundlagen des Operations Research*. Berlin: Springer Verlag 1991.
- Gareis R.: *Management by Project: Spezifische Strategien, Strukturen und Kulturen projektorientierter Unternehmen*. In: Lange D. (Hrsg.): *Projektmanagement: Dokumentation / Projektmanagement Forum 1992*. München: Gesellschaft für Projektmanagement INTERNET Deutschland e.V. 1992.
- Giesecke M.: *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 1998
- Grabowski H., Rude S.: *Rechnerunterstützte branchenübergreifende Kooperation*. Stuttgart: Teubner Verlag, Stuttgart 1999.
- Grohmann A., Kopetzky R.: *Entwicklung von Onthologien*. Unversität Stuttgart, Institut für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE), Abteilung Wissensverarbeitung und Numerik. Interner Report 1999.

- Guinand P., Thüring S.: *Virtuelle Baustelle. Interaktive VR-Umgebung eines Rohbau-Projektes in Zusammenarbeit mit der Fa. Ytong*. Karlsruhe: Diplomarbeit, Universität Karlsruhe (TH) 1995.
- Gutek B.: *Work Group Structure and Information Technology: Structural Contingency Approach*. In: Galegher J., Kraut E., Egido C. (Hrsg.): *Intellectual Teamwork. Social and Technological Foundations of Cooperative Work*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Verlag 1990.
- Hagen, FernUniversität: Dokumentation und virtueller Campus auf dem Internet unter: <http://erg.ucd.ie/combine.html>
- Haller F.: *bauen und forschen*. Dokumentation der Ausstellung Solothurn, Schweiz 1988. In: Wichmann, H. (Hrsg.): *System - Design: Fritz Haller Bauen - Möbel - Forschung*. Band 6 der Reihe: *industrial design - graphic design*. 1989.
- Haller F.: *MIDI - ein offenes system für mehrgeschossige bauten mit integrierter medieninstallation*. Münsingen: USM baussysteme haller. Schweiz 1974.
- Haller F.: *Über die Notwendigkeit wandelbarer Gebäude*. In: Proc. 1. Symposium Intelligent Building. Karlsruhe: Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe (TH) 1989.
- Haug E. (Hrsg.): *Concurrent Engineering: Tools and Technologies for Mechanical System Design*. Berlin: Springer Verlag 1993.
- Hecker A., Rodewald R.: *Partizipative Anpassung einer CSCW-Kooperationsplattform über die Bereitstellung expliziter Gestaltungsfunktionen*. Karlsruhe: Studienarbeit an der Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe (TH), 1999.
- Heidt F.: *NESA-DATENBANK Version 2.15- NiedrigEnergie- und Solararchitektur*. AG Solar Nordrhein-Westfalen: Universität-GH Siegen, FB Physik & Solarenergie 1998.
- Heilmann H.: *Organisatorische Flexibilität im intelligenten Unternehmen - Potentiale von Workflow-Management*. In: Bürgel H. (Hrsg.): *Wissensmanagement. Schritte zum intelligenten Unternehmen*. Berlin: Springer Verlag 1998.
- Heisenberg W.: *Physics and Philosophy*. New York 1962.
- Hertkorn C. (Hrsg.): *IEA Annex 21 Subtask D, Report on Projects dealing with Building Design Support Environments*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) 1992.
- Hertkorn C., Kohler N., Heitz S., Hermann M., Eiermann O.: *Entwicklung von Design Tools zur Integration von Solarkomponenten in den Entwurf von solarorientierten Gebäuden*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) 1994.

- Heusser U.: Tausend Welten. *Die Auflösung der Gesellschaft im digitalen Zeitalter*. Berlin: Berlin Verlag 1996.
- Hinkelmann M.: *Entwicklung eines Produktdatenmodells zur Unterstützung der integralen Planung von Gebäuden und ihren heiz- und raumluftechnischen Anlagen*. Stuttgart: Dissertation, Universität Stuttgart 1999.
- HOAI: *Verordnung über die Honorare für Leistungen der Architekten und der Ingenieure; in der Fassung der Fünften Änderungsverordnung, Inkrafttendend 1. Januar 1996*. Berlin: Bauverlag 1996.
- Hofstätter P.: *Gruppendynamik*. Hamburg 1986.
- Holtham C.: *Improving the Performance of Workgroups through Information Technology*. London: Arbeitspapier 1992.
- Horgan J.: *Vielleicht werden wir Unsterblich*. In: Profil Nr. 7, 15. Februar 1999. Wien 1999.
- Hovestadt L.: *a4 - digitales bauen. Ein Modell für die weitgehende Computerunterstützung von Entwurf, Konstruktion und Betrieb von Gebäuden..* Düsseldorf: Dissertation, VDI Fortschrittsberichte Reihe 20: Rechnerunterstützte Verfahren Nr. 120, 1994.
- Hovestadt V.: *Informationsgebäude; Ein Integrationsmodell für Architektur und Informationstechnologien*. Düsseldorf: Dissertation, VDI Fortschrittsberichte Reihe 20 Nr. 276, 1998.
- Humphrey G.: *Thinking: An Introduction to its Experimental Psychology*. Kapitel 3-4. New York: John Wiley and Sons 1963.
- IAI: International Alliance for Interoperability: *Industry Foundation Classes. Release 1.0 - End-User Guide and Specifications*, 1997.
- IMAGE ENGINE. *A project based on the image archives of the web*. Projektdokumentation auf dem Internet unter der Adresse: http://www.c3.hu/events/99/image_engine
- Inmon W.: *Building the Data Warehouse*. New York, USA: John Wiley & Sons 1996.
- Intep AG: *Firmenbeschreibung auf dem Internet*. <http://www.intep.ch>
- ISYBAU: *Entwicklung und Einführung eines integrierten Dv-Systems Bauwesen*. Bonn: Bundesministerium Bau (BMBau), Hauptuntersuchung 1986.
- Jeuschede G.: *Grundlagen der Führung*. Wiesbaden: Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden 1994.
- Kant I.: *Kritik der reinen Vernunft*. In: Kants Werke, Band III., 2. Auflage. Berlin: Georg Reimer Verlag 1911.
- Kiefer E.: *Die Zukunft: Telearbeit und Virtuelle Organisationen*. 1993.

- Kieser A.: *Organisationstheorien*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag 1999.
- Kohler N., Bremer P., Matthey B.: *Integrale Planung in der Haustechnik*. Bern: Bundesamt für Konjunkturfragen. Handbuch Kapitel 8: Umwelt 1986.
- Kohler N., Forgber U., Müller C.: *Zwischenbericht des bmb+f Projektes RETEx II / INTESOL für das Jahr 1997*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) 1998.
- Kohler N., Klingele M.: *KOBEK - Methode zur kombinierten Berechnung von Energiebedarf, Umweltbelastung und Baukosten in frühen Planungsstadien*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) 1996.
- Kohler N., Klingele M.: *OGIP/DATO: Optimierung von Gesamtenergieverbrauch, Umweltbelastung und Baukosten*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) 1996.
- Köhler W.: *Gestalt Psychology*. New York: Liveright 1929.
- Krystek U., Redel W., Reppengather S.: *Grundzüge virtueller Organisationen. Elemente und Erfolgsfaktoren, Chancen und Risiken*. Lengerich/Westfalen: Gabler Verlag 1997.
- Kuchenmüller R.: *Baubezogene Bedarfsplanung*. In: DAB Nr. 5 1997a.
- Kuchenmüller R.: *DIN 18205 - Bedarfsplanung im Bauwesen*. In: DAB Nr. 8 1997b.
- Kuhlmann T., Lischke C., Oehlmann R., Thoben K.: *Concurrent Engineering in der Unikatfertigung*. In: CIM Management, 2/93, Seite 10 1993.
- Kuhn T.: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt am Main: SuhrkampTaschenbuch Wissenschaft 1997.
- Kunz W., Reuter W., Rittel H.: *UMPLIS Entwicklung eines Umwelt Planungs-Informationssystem; Fallstudie*. München: K. G. Sauer Verlag 1980.
- Kunz W., Rittel H.: *Die Informationswissenschaften; Ihre Ansätze, Probleme, Methoden und ihr Ausbau in der Bundesrepublik Deutschland*. München: R. Oldenbourg Verlag 1972.
- Kurbel K.: *CA-Techniken und CIM*. Stuttgart: In: Witmann W. (Hrsg.), Kern R., Köhler H., Küpper H., Wysocki K.: *HWB*. 5. Auflage, Teilband 1 1993.
- Kurzweil R.: *The Age of Intelligent Machines*. Cambridge, Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technology 1990.
- Lampugnani V.: *Architektur und Städtebau des 20. Jahrhunderts*. Stuttgart: Verlag Gerd Hatje 1980.

- Laubacher R., Malone W., and the MIT Scenario Working Group: *Two Scenarios for 21st Century Organizations: Shifting Networks of Small Firms or All-Encompassing "Virtual Countries"?* Working Paper. Sloan School of Management. Cambridge, Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technologie 1997.
- Lévy P.: *Die Kollektive Intelligenz, Eine Antropologie des Cyberspace*. Berlin: Bollman Verlag 1997.
- LM95: *TOP: Teamorientiertes Planen*. RAVEL, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA. Zürich: 1994.
- Maes P.: *Agents that Reduce Work and Information Overload*. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Media Laboratory 1998.
- Maldonado T., Bonsiepe G.: *Science and Design*. Ulm: 10/11 May 1964.
- Malik F.: *Strategie des Managements komplexer Systeme. Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme*. Bern u. a.: Paul Haupt Verlag 1996.
- Malone W. e. all: *Tools for inventing organisations: Toward a handbook of organisational processes*. Center for Coordination Science. Cambridge, Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technologie 1997.
- Martens J.: *Empirische Erprobung objektivierter Lehrsysteme*. In: Will H. (Hrsg.): *Evaluation in der beruflichen Aus- und Weiterbildung*. Heidelberg: Sauer Verlag 1987.
- Maslow A.: *Motivation und Persönlichkeit*. Hamburg: Rowohlt Verlag 1996.
- Matthews R.: *Don't get even, get mad*. In: New Scientist, 10. Oktober 1998.
- May M.: *Quantum melting pots: Supercomputers are fast becoming the crucibles of the future, forging a new generation of designer materials*. In: New Scientist, Seite 34, 30. Januar 1999.
- Miles D.: *Value Engineering - Wertanalyse - die praktische Methode zur Kostensenkung*. 2. Auflage. München: Verlag Moderne Industrie 1967
- Miller G.: *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*. Psychology Review, Nr. 63, S. 81 bis 97 1956.
- Minar N., Hultman K., Kramer K., Maes P.: *Cooperating Mobile Agents for Dynamic Network Routing*. Berlin: Springer Verlag 1999.
- Minsky M.: *The Society of Mind*. New York, USA: Simon & Schuster Verlag 1986.
- Moore O. K.: *Divination - A New Perspective*. In: American Anthropologist Nr. 59 S. 69-74 1957.

- Müller C., Rodewald R.: *INTEGRA - Eine Integrierende Groupwareanwendung für ein Architekturbüro*. Weimar: X. Forum Bauinformatik, 1998.
- Müller C.: *Der Virtuelle Projektraum- Organisatorisches Rapid-Prototyping in einer internetbasierten Telekooperationsplattform für Virtuelle Unternehmen im Bauwesen*. Karlsruhe: Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), 1999.
- Negroponte N.: *Totale Digital (Being Digital). Die Welt zwischen 0 und 1 oder die Zukunft der Kommunikation*. München: Bertelsmann 1995.
- Newell A., Shaw A., Simon H.: *The Process of Creative Thinking*. In: Gruber H., Terrell G., Wertheimer M. (Hrsg.). *Contemporary Approaches to Creative Thinking*, Seite 63-119. New York: Atherton Press 1967.
- Odum E.: *Prinzipien der Ökologie. Lebensräume, Stoffkreisläufe, Wachstumsgrenzen*. Heidelberg: Verlag Spektrum der Wissenschaft 1991.
- Olbrich T.: *Das Modell der "Virtuellen Unternehmen" als unternehmensinterne Organisations- und unternehmensexterne Kooperationsform*. In: Information Management Nr.4, S.28-36 1994.
- Ortmann G.: *Formen der Produktion; Organisation und Rekursivität*. Opladen: Westdeutscher Verlag 1995.
- Papamichael K., Protzen J.: *The limits of Intelligence in Design*. In: Proceedings 4th International Symposium on Systems Research, Informatics and Cybernetics. Baden-Baden 1993.
- Peer A.: *Der neue Zollhof in Düsseldorf; Innovative Schalung für ein außergewöhnliches Bauprojekt*. In: Beton 9/1998.
- Perler D.: *Rene Descartes*. München: Beck Verlag 1998
- Petkoff B.: *Wissensmanagement; Konstruktiv-Kritische Diskussion der bestehenden Ansätze*. Bonn: Addison-Wesley 1998.
- Pfaus M.: *Das Virtuelle Ingenieurbüro*. Internetseiten der Ingenieurkammer Baden-Württemberg: <http://www.ingenieure.de/bw> 1998
- Piatelli-Palmarini M.: *Die Illusion zu wissen; Was hinter unseren Irrtümern steckt*. Hamburg: Rowohlt Verlag 1997.
- Picot R., Reichwald R., Wigand R.: *Die Grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH 1998.
- PLUMBDESIGN: *Visual Thesaurus*. Projektdokumentation auf dem Internet unter der Adresse: <http://thesaurus.plumbdesign.com/thinkmap4.html>
- Pohl J., Chapman A., Pohl K., Primrose J., Wozniak A.: *Decision-Support Systems: Notations Prototypes, and In-Use Applications*. San Luis Obispo, USA: Interner Bericht des CAD Research Center 1997.

- Pohl J., Chapman A.: *Probabilistic Project Management*. In: Building and Environment, Vol. 22, Nr. 3 Seite 209-214, 1987.
- Pohl J.: *Thoughts on the Evolution of Computer-Assisted Design*. San Luis Obispo, USA: Interner Bericht des CAD Research Center 1994.
- Porter M.: Wettbewerbsvorteile, 4. Auflage. Frankfurt am Main 1996.
- Reichwald R., Möslin K., Sachenbacher H., Engelberger H., Oldenburg S.: *Telekooperation. Verteilte Arbeits- und Organisationsformen*. Berlin: Springer Verlag 1998.
- Reichwald R.: *Der Mensch als Mittelpunkt einer ganzheitlichen Produktion. Innovative Organisationskonzepte aus betriebswirtschaftlicher Perspektive*. München: Arbeitsbericht des Lehrstuhls für Allgemeine und Industrielle Betriebswirtschaftslehre, Bd.2 1993.
- RIBA, Royal Institut of British Architects: *Plan of work for design team operation*. Parts 3.200 and 4.310-4.330, Handbook of architectural practice and management. London: RIBA Publications 1996.
- Ricchiuto J.: *Collaborative Creativity; Unleashing The Power of Sheared Thinking*. New York: Oakhill Press 1996.
- Rifkin J.: *Das Ende der Arbeit und ihre Zukunft*. Frankfurt: Camous Verlag 1996.
- Rittel H., Webber M.: *Planning Problems are Wicked Problems*. In: *Dilemmas in a general theory of planning*. Policy Sciences, 4 1973.
- Rittel H.: *Die Entwicklung der Technik*. München: Verlag Dokumentation, Pullach 1972.
- Rittel H.: *Some Principles for the Design of an Educational System for Design*. In: DMG Newsletter, Dezember 1970.
- Rowe P.: *Design Thinking*. Cambridge, Massachusetts, USA: The MIT Press 1992.
- Savory A.: *Holistic Resource Management*. Cambridge, Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technology 1988.
- SBG Schweizerische Bankgesellschaft: *Pflichtenheft für das Pilotprojekt SUGLIO*. Lugano: QS-Team Enerconom AG, Intep AG, Büro Prof. Schaller 1992.
- Schanda F.: *Computer Lernprogramme. Wie damit gelernt wird. Wie sie entwickelt werden. Was sie im Unternehmen leisten*. Weinheim: Belz Verlag 1995.
- Scheer A., Kocian C.: *Kiesel- Das Virtuelle Umwelt Kompetenzzentrum: Theorie und Praxis der Virtuellen Unternehmung*. In: Management & Computing, 4. Jg. 1996.

- Schindler M., Hilb M., Fausch M.: *Trends und Technologien im Rahmen der verteilten Projektentwicklung*. St. Gallen. In: Bericht-Nr.: HSG/M/MCM/CC EKM/18 Universität St. Gallen, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften Dezember 1998.
- Schindler M.: *Knowledge Management im Rahmen der verteilten Projektentwicklung*. St. Gallen. In: Bericht-Nr.: HSG/M/MCM/CC EKM/16 Universität St. Gallen, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften Mai 1998.
- Schmitt G.: *Architektur mit dem Computer*. Braunschweig: Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft 1996.
- Schön D.: *The Reflective Practitioner, How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books, Inc. Publishers 1983.
- Schönwandt W.: *Denkfallen beim Planen*. Braunschweig: Bauweltfundamente 74 1986.
- Schüppel J.: *Wissensmanagement: Organisatorisches Lernen im Spannungsfeld von Wissens- und Lernbarrieren*. Wiesbaden: 1996.
- SEED: *Software Environment to support the Early phases in building Design*. Projektdokumentation auf dem Internet unter der Adresse: <http://seed.edrc.cmu.edu/>
- Simmons R.: *Combining Associational and Causal Reasoning to Solve Interpretation and Planning Problems*. Technical Report Nr. 1048. Artificial Intelligence Laboratory. Cambridge, Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technologie 1988.
- Smith A.: *Untersuchung über das Wesen und die Ursachen des Volkswohlstandes*. Berlin: 1905.
- Smuts J.C.: *Holism and Evolution*. 1926
- Staehele W.: *Management. Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive*. München: Verlag Franz Vahlen 1989.
- Strube G. (Hrsg.): *Wörterbuch der Kognitionswissenschaften*. Stuttgart: Klett Cotta 1996
- Stulz R.: *Integrale Planung - mehr als ein Schlagwort*. In: Seminar "Integrale Planung" der Swiss Air vom 26.3.1993, Intep AG. Zürich: 1993.
- Suter P., Kohler N., Gfeller R., Van Gilst J.: *Haustechnik in der integralen Planung*. Band A: Impulsprogramm Haustechnik, EDMZ. Bern: 1986.
- Tabscott D.: *Digital Economy, Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. New York: McGraw-Hill Verlag 1996.
- Tabscott D.: *Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. New York, MacGraw-Hill Verlag 1997.

- Tarandi V.: *Neutral Intelligent CAD Communication; Information exchange in construction based upon a minimal schema*. Dissertation am: Kungl Tekniska Högskolan Stockholm, Schweden. <http://www.ce.kth.se/fba/cme.html> 1998.
- ToCEE: *ToCEE- Towards a Concurrent Engineering Environment in the Building and Engineering Structures Industry*. Projektdokumentation auf dem Internet. <http://www.cib.bau.tu-dresden.de/tocee/>
- Turk Z.: *A Proposed Open Infrastrukture for Construction Project Document Sharing*. Dissertation am: Information Technology Institute, University of Salford. <http://itcon.org/1998/2/> 1998.
- Turkle S.: *Life on the Screen, Identity in the Age of the Internet*. New York: Simon & Schuster Verlag 1995.
- UBS-Suglio 1996: <http://www.suglio.ch>
- Ulrich H., Probst G.: *Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. Ein Brevier für Führungskräfte*. Bern und Stuttgart: Paul Haupt Verlag 1995.
- VDI Zentrum Wertanalyse: *Wertanalyse: Idee-Methode-System*. Düsseldorf: 1995.
- VEGA: *Virtual Enterprises using Groupware tools and distributed Architectures*. Projektdokumentation auf dem Internet unter der Adresse: <http://cic.cstb.fr/ILC/ecprojec/vega/home.html>
- Vester F.: *Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum Kybernetischen Zeitalter*. Stuttgart: Deutsche Verlags-AG 1984.
- Watson M.: *Intelligent Java Applications for the Internet and Intranets*. San Francisco, CA., USA: Morgan Kaufmann Verlag 1997.
- Weick K. E.: *Der Prozeß des Organisierens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag 1985.
- Weizsäcker E., Amory B., Hunter L.: *Faktor Vier; Doppelter Wohlstand- Halbierter Naturverbrauch*. München: Knauer Taschenbuch 1997.
- Wertheimer M.: *Productive Thinking*. New York: Harper and Row 1945.
- Wiegand J.: *Leitfaden für das Planen und Bauen mit Hilfe der Wertanalyse*. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag 1995.
- Winand U., Nathusius K.: *Unternehmensnetzwerke und virtuelle Organisationen*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag 1998.
- Witte E., Engelhardt G.: *Zur sozialen Repräsentation der (Arbeits-)Gruppe*. In: Ardelt-Gattinger E., Lechner H. und Schlögel W. (Hrsg.): *Gruppendynamik, Anspruch und Wirklichkeit der Arbeit in Gruppen*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie 1998.

Witte E.: *Group Performance: The solution of two choice tasks. Paper presented at the 16th Annual Nags Head Conference on Groups, Networks and Organizations*. Highland Beach, Florida 1994.

Worlds: *The Worlds Project*. Projektdokumentation auf dem Internet. <http://www.dstc.edu.au/tu/worlds/>

Yu L., Stanoevska K., Schmid B.: *Supporting Distributed Corporate Planning through New Coordination Technologies*. St. Gallen. In: Artikel. Universität St. Gallen, Institut für Medien und Kommunikationsmanagement 1998.

Zimmer E.: *Umsturz im Weltbild der Physik*. München: Hanser Verlag 1968.

Zollhof Düsseldorf: *Projektdokumentation*. Internetadresse des Projektes: <http://www.zollhof.de/> 1998.

Autorenverzeichnis

A

Adriana 130
Albrecht 5, 11
Ancona 70
Asimow 46, 47, 56

B

Bach 73, 110, 119, 126, 129
Bateson 18
Bauer 126
Becker 31
Ben-Natan 133
Bentley 110
Bertol 102, 126
Bijl 20
Björk 73
Blaß 133
Bonsiepe 47
Börs 55, 58
Bürgel 21, 91
Buschmann 76

C

Campbell 14
Capra 17
Carlhian 46
Churchman 28

D

de Graaf 55
Deléage 16
Deleuze 22
Deutsch 101
Dier 84, 96, 106, 107, 109
Dingler 63
Drach 123
Drucker 7, 12
Dudok 45

E

Egber 46
Elliot 44

F

Fernuniversität Hagen 91
Fink 96, 100, 102
Fitzpatrick 71, 74
Flemming 73
Flusser 96
Ford 7, 142
Forgber 48, 64
Frampton 44
Friedman-Hill 138

G

Gahl 17
Gareis 103
Giesecke 38, 71, 120
Grabowski 74
Grohmann 130
Guttek 70

H

Haller 9, 10
Haug 55
Hecker 80, 87, 111
Heidt 126, 137
Heilmann 107
Heisenberg 16
Hertkorn 79, 123
Heuser 142
Hinkelmann 101, 119, 129
Hofstätter 33
Holtham 109
Horgan 15
Hovestadt, Ludger 73, 138
Hovestadt, Volkmar 9, 57, 126
Humphrey 49

I

Inmon 91
Intep 57

J

Jeuschede 24, 76

K

Kant 15
Kiefer 102
Kohler 16, 23, 57, 77, 110, 119
Köhler 49
Krystek 75, 84
Kuchenmüller 55
Kuhlmann 45, 55
Kuhn 17
Kurbel 100
Kurzweil 71, 122

L

Lampugnani 45
Laubacher 102, 103
Levi 38, 40
LM95 29, 48

M

Maes 123, 130
Maldonado 47
Malik 17, 22, 38
Malone 113

Martens 136
May 5
Metcalf 95
Miles 65
Miller 27
Minar 123, 130
Minsky 71
Müller 92, 98

N

Negroponte 71
Newell 48

O

Odum 16
Olbrich 75
Ortmann 11

P

Papamichael 46, 50
Perler 14
Petkoff 19, 21, 91, 96
Pfaus 96
Picot 70, 75, 84, 94, 103
Pohl 21, 23, 73
Porter 96
Probst 124

R

Reichwald 6, 78, 103
Retention 53
RIBA 59
Ricchiuto 33, 34
Rifkin 142
Rittel 26, 28, 46, 49, 56
Rowe 46, 48

S

Savory 18
SBG 55
Schanda 90, 136
Scheer 100
Schindler 74, 103
Schlichter 109
Schmitt 107

Schön 46
Schönwandt 27
Schüppel 20
Simmons 50
Smith 5
Smuts 18
Staehle 6, 30
Strube 19
Stulz 57
Suter 55

T

Tapscott 96
Tarandi 5
Tellen 95
Turk 5
Turkle 40

U

UBS 55, 58
Ulrich 14, 15, 23, 29
Utzon 50

V

VDI 34, 36, 41, 65, 66
Vester 14, 17, 23
virtuellen Realität 102

W

Watson 138
Weizsäcker 14
Wertheimer 49
Wiegand 23, 27, 30, 31, 33, 40, 55,
66
Winand 84
Witte 30, 31, 38

Y

Yu 74

Z

Zimmer 16
Zollhof 5, 11

Stichwortverzeichnis

A

Abhängigkeiten 62
Anforderungen 56
Anforderungsdefinition 76
Architekt, Rolle des 44
Armillä 73
Assoziation 43, 48
Aufgabe 75
Aufgabendefinition 76

B

Baumeister 43
Bauplanung 5, 26
Bottom up 112
Business Process Management 96
Business Reengineering 96

C

CBT 90
CLIPS 138
Communicard 116
Concurrent Engineering 55
CPM 22
CSCW 106

D

Datawarehousing 91
Daten 13, 18
Denkansatz, dynamisch 15
Denkansatz, ganzheitlich 16
Denkansatz, mechanistisch 15
Denkansatz, systemisch 56

E

EDIFACT 101
Effektivität 1, 78
Effizienz 1, 78
Emotion 47
Entwerfen 43
explizit 19
explizites Wissen 19
Extranet 95

F

FABEL 74
Formalisierung 105
Formalziel 68
Führung 38
Funktionselement 86

G

Gebäudebaukästen 9
Gestaltung 43, 53
Groupware 107
Gruppenarbeit 31, 38

H

HOAI 1, 51
Holismus 18
horizontale Integration 58, 64

I

IAI 101
implizit 19
implizites Wissen 19
Industry Foundation Classes 132
Information 13, 18, 30
Informationscontainer 117
Informationslandkarte 135
Informationsobjekt 80, 86, 87
integrale Planung 47, 55, 64
Integration 89
Integration, horizontale 57
Integration, vertikale 57
Integrationsstufe 127
interorganisational 97
INTESOL 70
Intranet 95
intraorganisational 97
Intuition 43, 49
ISO 101
Iteration, Iterationsschritte 46
IuK 1, 37

J

Java 138
Jess 138

K

KAU 114
KI-Techniken 73
Knowledge Engineering 21
Kollaboration 30
Kompetenzdomäne 93
Kompetenzverdichtung 82
Komplexität 17, 22, 56, 125
Kontext 18
Kontextbereich 81
Kooperation 30
Kooperationsmodell 72, 95
Koordination 30, 113

Kosten 77
Kybernetik 23

L

Lean Management 90
Lean Production 90
lebenslanges Lernen 18
Lebenszyklus 52
Lernzielbereich 136
LM95 53
Lösung 124
Lösungsfindungsprozeß 53

M

Management 38
Management by Exception 76
Management by Objectives 76
Management by Projects 99, 103
Massehaft gefertigte Unikate 11
Massenproduktion 7
Metainformation 129
Metaplanung 75, 81, 113
Methode 51
Motivation 35
Muster 18

N

Navigator 113
Netzplantechnik 23

O

Objektsystem 67
Ökologie 16
Onthologie 130
Organisation 97
OSI 101

P

Persönlichkeit 50
PERT 23
Pflichtenheft 59, 62
Planungsgeschichte 79
Planungsmethoden 51
Planungsphilosophie 55, 64, 88
Planungsplattform 110
Planungsprozeß, iterativer 47
Problem 124
Produkt 98
Produktion 5
Projektmanagement 15, 23, 39, 57
Projektmoderation 85
Projektorganisation 75, 103
Projektteam 32
Prozeßproduktion 8

R

Rapid Prototyping 10, 81
Raumbuch 63

Reduktives Denken 14
Regelkreis-Modell 25
Regelobjekt 24
Regelsystem 24
Regelung 74, 82, 88
Regelung vs. Steuerung 23
Ressource, extern 92
Ressource, intern 92
Restriktion 51
Restriktionen 55, 58, 69
Rolle 31, 77
Rückkopplung 24, 52, 88

S

Scientific Management 6
SEED 73
Selektion 53
Sicht 76, 81
Simulation 125
Softwareagent 73
soziale Repräsentation 31, 79
Steuerung vs. Regelung 23
Struktur, netzartig 84
System 16, 22
Systemgrenze 22
Systemisches Management 21
Systemtheorie 16

T

Tagesinformation 19
Teamarbeit 31
Teamgröße 32
Teamkommunikation 115
Teammoderation 38, 40, 68
Technikfolgeabschätzung 70
Technomorph 38
Telekooperation 78
Telekooperationsplattform 111
Top Down 112
Training, schlankes 90
Transparenz 62

U

Unikatproduktion 8
Unternehmen 97

V

Value Analysis 65
Varietät 138
VEGA 129
Verhaltensweisen im Team 36
Vermaschung 24
Vernetzung 94
vertikale Integration 59, 64
verzwickte Probleme 28
Virtualität 96, 102
virtuelle Realität 126
virtueller Projekttraum 111

Vorgehensmodell 33

W

Wechselbeziehung 17

Wechselwirkung 84

Werkzeuge 122, 127

Wertanalyse 65

Wertsystem 67

Wicked Problems 28

Wissen 13, 18

Wissensmanagement 21, 91

Z

Ziel 75

Zieldefinition 76