

ANTRAG

auf Förderung im Rahmen des Forschungsschwerpunktprogramms
Baden-Württemberg

Universität Karlsruhe (TH), D-76128 Karlsruhe

Neuantrag: ¹⁾

Fortsetzungsantrag : ¹⁾

1. Antragsteller/Sprecher:

Name: Prof. Dr. ès.sc.techn. Niklaus Kohler

Dienststellung: ordentlicher Professor, Institutsleiter

Abteilung/Institut: Institut für Industrielle Bauproduktion

Telefon: 0721 - 608-2165 / -2166

Förderbereich: ¹⁾

Geistesw. / Sozialw.

Biow. / Medizin

Ingenieurw.

Naturw.

Umweltw.

(Bitte nur 1 Förderbereich benennen)

2.1 Kurztitel des Forschungsvorhabens:

Bauliche Erneuerung komplexer Gebäude unter Betrieb

2.2 Kurze Charakterisierung des Forschungsvorhabens: ²⁾

Deutschland befindet sich am Beginn einer Periode der Konsolidierung und Instandsetzung des Baubestandes. Die Bauaufgaben der Zukunft werden vermehrt in kombinierten Neubau-, Umbau- und Instandsetzungsaufgaben liegen. Die Planungs- und Ausführungsprobleme dieser Erneuerungsaufgaben sind derzeit wenig untersucht und in der Praxis unzureichend beherrscht. Hierin liegt ein volkswirtschaftliches Risiko, da durch Erneuerung während der Gebäudenutzung gleichzeitig Bau- und Nutzungskosten anfallen. Über einen neuen, interdisziplinären Systemansatz sehen die Antragsteller eine Chance, die Produktivität im Bauwesen durch gleichzeitige Rationalisierung und qualitative Verbesserung von komplexen Erneuerungstätigkeiten zu erhöhen.

Das Vorhaben beabsichtigt, die Planung von Erneuerungsmaßnahmen differenziert zu analysieren und durch Simulationswerkzeuge zu optimieren. In diesem Stadium wird bereits eine Senkung der Kosten und des Zeitbedarfs für bauliche Eingriffe sowie eine geringere Beeinträchtigung der Benutzbarkeit nachweisbar sein. Die Erprobung im Rahmen der Erneuerungsmaßnahmen der Universität Karlsruhe erlaubt die Überprüfung der zu entwickelnden Werkzeuge sowie deren Weiterentwicklung zu allgemein anwendbaren Planungswerkzeugen. Damit sollen Einsparungen erzielt und über das Auftragsvolumen der Erneuerung der Universitätsgebäude unmittelbar ein Technologietransfer in die Bauwirtschaft eingeleitet werden.

Das Vorhaben legt die argumentative Grundlage für eine Ausweitung der Forschung in einen Sonderforschungs- oder Sonderentwicklungsbereich. Dessen zentrales Thema wird die Erforschung, Entwicklung und Evaluation von neuen Planungs- und Bauverfahren sowie deren angepaßte Automation für die Erneuerung unter Betrieb von komplexen Gebäuden sein.

¹⁾ Zutreffendes bitte ankreuzen.

²⁾ Die Erläuterung des Vorhabens erfolgt getrennt auf Anlage 1 zum Antrag.

3. Weitere Antragsteller und Beteiligte:

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann, Institut für Prozeßrechentechnik, Automation und Robotik
 Prof. Dr.-Ing. M.S. Fritz Gehbauer, Institut für Maschinenwesen im Baubetrieb
 Prof. Dr. rer. nat. Otto Rentz, Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung
 Prof. Dr.-Ing. Wörn, Institut für Prozeßrechentechnik, Automation und Robotik
 in Kooperation mit Baudirektor Bernd Meissner, Universitätsbauamt

4.1 Voraussichtliche Laufzeit des Vorhabens: 2 Jahre

4.2 Antragszeitraum 1. Oktober 1998 bis 30. September 2000

4.3 Das Vorhaben wurde aus dem Programm ~~bereits~~
~~in den Jahren~~ bisher nicht gefördert.

5. Beantragte Mittel:

	1998 DM	1999 DM	2000 DM	Laufzeit DM
5.1 <u>Gesamtbetrag:</u>	<u>123.200</u>	<u>367.800</u>	<u>264.600</u>	<u>755.600</u>
5.1.1 <u>Personalstellen/-mittel:</u>	DM (Stellen)	DM (Stellen)	DM (Stellen)	
- wiss. Dienst	<u>70.200</u> (6*0,5)	<u>280.800</u> (6*0,5)	<u>210.600</u> (6*0,5)	<u>561.600</u> (6*0,5)
- techn. Dienst	_____ ()	_____ ()	_____ ()	_____ ()
- sonst. Personal	_____ ()	_____ ()	_____ ()	_____ ()
- geprüfte Hilfskräfte	_____ ()	_____ ()	_____ ()	_____ ()
- stud. Hilfskraft	<u>14.400</u> (3)	<u>57.600</u> (3)	<u>43.200</u> (3)	<u>115.200</u> (3)
insgesamt	<u>84.600</u>	<u>338.400</u>	<u>253.800</u>	<u>676.800</u>
5.1.2 <u>Sachmittel:</u> einschl. Reisemittel	<u>3.600</u>	<u>14.400</u>	<u>10.800</u>	<u>28.800</u>
5.1.3 <u>Investitionsmittel:</u>	<u>35.000</u>	<u>15.000</u>	_____	<u>50.000</u>

6. Aufteilung der beantragten Mittel bei mehreren Antragstellern oder Teilprojekten ³⁾

1. Teilprojekt/Antragsteller:

Integration der Projektorganisation baulicher Erneuerung in die langfristige Gebäudebewirtschaftung

	1998 DM		1999 DM		2000 DM	
6.1 <u>Gesamtsumme pro Jahr:</u>	<u>39.400</u>		<u>122.600</u>		<u>88.200</u>	
6.1.1 <u>Personalstellen/-mittel:</u>	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)
- wiss. Dienst	<u>23.400</u>	(2*0,5)	<u>93.600</u>	(2*0,5)	<u>70.200</u>	(2*0,5)
- techn. Dienst	_____	()	_____	()	_____	()
- sonst. Personal	_____	()	_____	()	_____	()
- geprüfte Hilfskräfte	_____	()	_____	()	_____	()
- stud. Hilfskraft	<u>4.800</u>	(1)	<u>19.200</u>	(1)	<u>14.400</u>	(1)
insgesamt	<u>28.200</u>		<u>112.800</u>		<u>84.600</u>	
6.1.2 <u>Sachmittel:</u> einschl. Reisemittel	<u>1.200</u>		<u>4.800</u>		<u>3.600</u>	
6.1.3 <u>Investitionsmittel:</u>	<u>10.000</u>		<u>5.000</u>		_____	

³⁾ Für jedes Teilprojekt / Antragsteller eine entsprechende Aufstellung anfügen.

2. Teilprojekt/Antragsteller:

Planung der Erneuerung unter Berücksichtigung des nutzer- und produktionsorientierten Umweltschutzes

	1998 DM		1999 DM		2000 DM	
6.2 <u>Gesamtsumme pro Jahr:</u>	<u>39.400</u>		<u>122.600</u>		<u>88.200</u>	
6.2.1 <u>Personalstellen/-mittel:</u>	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)
- wiss. Dienst	<u>23.400</u>	(2*0,5)	<u>93.600</u>	(2*0,5)	<u>70.200</u>	(2*0,5)
- techn. Dienst	_____	()	_____	()	_____	()
- sonst. Personal	_____	()	_____	()	_____	()
- geprüfte Hilfskräfte	_____	()	_____	()	_____	()
- stud. Hilfskraft	<u>4.800</u>	(1)	<u>19.200</u>	(1)	<u>14.400</u>	(1)
insgesamt	<u>28.200</u>		<u>112.800</u>		<u>84.600</u>	
6.2.2 <u>Sachmittel:</u> einschl. Reisemittel	<u>1.200</u>		<u>4.800</u>		<u>3.600</u>	
6.2.3 <u>Investitionsmittel:</u>	<u>10.000</u>		<u>5.000</u>		_____	

3. Teilprojekt/Antragsteller:

Aufnahme und Simulation zu erneuernder Gebäude

	1998 DM		1999 DM		2000 DM	
6.3 <u>Gesamtsumme pro Jahr:</u>	<u>44.400</u>		<u>122.600</u>		<u>88.200</u>	
6.3.1 <u>Personalstellen/-mittel:</u>	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)
- wiss. Dienst	<u>23.400</u>	(2*0,5)	<u>93.600</u>	(2*0,5)	<u>70.200</u>	(2*0,5)
- techn. Dienst	_____	()	_____	()	_____	()
- sonst. Personal	_____	()	_____	()	_____	()
- geprüfte Hilfskräfte	_____	()	_____	()	_____	()
- stud. Hilfskraft	<u>4.800</u>	(1)	<u>19.200</u>	(1)	<u>14.400</u>	(1)
insgesamt	<u>28.200</u>		<u>112.800</u>		<u>84.600</u>	
6.3.2 <u>Sachmittel:</u> einschl. Reisemittel	<u>1.200</u>		<u>4.800</u>		<u>3.600</u>	
6.3.3 <u>Investitionsmittel:</u>	<u>15.000</u>		<u>5.000</u>		_____	

7. Eigenbeiträge zum Gesamtvorhaben, die die antragstellenden Einrichtungen für den Antragszeitraum bereitstellen:

	1998 DM		1999 DM		2000 DM	
7.1 <u>Gesamtsumme pro Jahr:</u>	<u>31.150</u>		<u>48.600</u>		<u>36.450</u>	
7.1.1 <u>Personalstellen/-mittel:</u>	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)	DM	(Stellen)
- wiss. Dienst	<u>11.700¹⁾</u>	(0,5)	<u>46.800¹⁾</u>	(0,5)	<u>35.100</u>	(0,5)
- techn. Dienst	_____	()	_____	()	_____	()
- sonst. Personal	_____	()	_____	()	_____	()
- geprüfte Hilfskräfte	_____	()	_____	()	_____	()
- stud. Hilfskraft	_____	()	_____	()	_____	()
insgesamt	<u>11.700</u>		<u>46.800</u>		<u>35.100</u>	
7.1.2 <u>Sachmittel:</u> einschl. Reisemittel	<u>450</u>		<u>1.800</u>		<u>1.350</u>	
7.1.3 <u>Investitionsmittel:</u>	<u>20.000¹⁾</u>		_____		_____	

Die o. g. halbe BAT-IIa-Stelle entspricht der Projektleitung, die das Institut für Industrielle Bauproduktion zur Verfügung stellt. Jedem Teilprojekt stehen 600 DM p.a. für Telefon- und Büromaterialkosten zur Verfügung, die die Institute aus ihrer Sachmittelzuweisung tragen. An jedem Institut wird außerdem ein Computerarbeitsplatz in das Projekt eingebracht. Diese Arbeitsplätze werden auf einen Zeitwert von gesamt 20.000 DM geschätzt.

¹⁾ Nicht erfaßt in der obigen Tabelle ist die beratende Beteiligung wissenschaftlicher Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aus den Instituten, da sie schwer quantifizierbar ist. Sie wird auf insgesamt etwa eine 1/2 BAT-IIa-Stelle für das Gesamtprojekt über den vollen Antragszeitraum geschätzt. Zusätzlich stellen alle beteiligten Lehrstühle Ausrüstungsgegenstände zur Verfügung, die nicht ausschließlich für das beantragte Vorhaben verwendet werden und deshalb nicht in vorstehende Tabelle eingehen. Besonders hervorzuheben sind hier verschiedene Sensoren des IPR, darunter ein Laserscanner-System im Wert von 200 TDM.

8. Zum gleichen Vorhaben bewilligte Drittmittel
(z. B. EU, Bund , DFG, Stiftungen, Unternehmen)

Jahr(e):

Zuwendungsgeber:

	1998 DM	1999 DM	2000 DM
8.1 <u>Gesamtsumme pro Jahr:</u>	0,00	0,00	0,00
	=====	=====	=====
8.1.1 <u>Personalstellen/-mittel:</u>	DM (Stellen)	DM (Stellen)	DM (Stellen)
- wiss. Dienst	____0 ()	____0 ()	____0 ()
- techn. Dienst	____0 ()	____0 ()	____0 ()
- sonst. Personal	____0 ()	____0 ()	____0 ()
- geprüfte Hilfskräfte	____0 ()	____0 ()	____0 ()
- stud. Hilfskraft	____0 ()	____0 ()	____0 ()
insgesamt	____0	____0	____0
8.1.2 <u>Sachmittel:</u> einschl. Reisemittel	____0	____0	____0
8.1.3 <u>Investitionsmittel:</u>	____0	____0	____0

9. Mit dem Vorhaben zusammenhängende weitere Forschungsvorhaben: ⁵⁾

9.1 Kurztitel: ./.

9.2 Laufzeit: ./.

9.3.1 Finanzierung durch (z.B. EU, Bund, DFG, Stiftungen, Unternehmen): ./.

9.3.2 Bei DFG-Förderung deren Art (Einzelförderung, Schwerpunktprogramm, SFB):

9.4 Förderumfang:

Jahr: DM

⁵⁾ Bei mehreren Kooperationen oder Forschungsarbeiten bitte Blatt ergänzen.

Anlage 1

Erläuterungen des Vorhabens:

(insbesondere Stand der Forschung, eigene Vorarbeiten, Ziele und Arbeitsprogramme, Begründung der beantragten Mittel, wissenschaftlicher Werdegang eventuell bereits in Aussicht genommener Mitarbeiter)

Ausgangssituation:

Nach der Phase des Wiederaufbaus nach dem Zweiten Weltkrieg und der Ausweitung des Gebäudebestandes in den folgenden 30 Jahren beginnt derzeit eine Periode der Konsolidierung und Instandsetzung. Verschiedene Faktoren tragen zu dieser Entwicklung bei:

- Sinkende Bevölkerungszahlen führen zu einem Bedarfsrückgang im Wohnbau
- Neue Verfahren, Telearbeit und verteilte Serviceaktivitäten machen dedizierte Produktionsräume teilweise überflüssig
- Ein steigender, nicht befriedigter Instandsetzungsbedarf besteht im Altbaubestand.

Die Kosten der Erneuerung von Nichtwohngebäuden liegen z.Z. bei ca. 60 Milliarden DM/Jahr. Das sind etwas mehr als ein Viertel der gesamten Investitionen im Hochbau (ca. 240 Milliarden DM/Jahr). Dieser Anteil wird in den kommenden Jahren noch steigen. Zusätzlich führt die Forderung nach einer nachhaltigeren Gesellschaft zu einer Infragestellung der Notwendigkeit der hohen Stoff- und Energieflüssen im Baubereich. Untersuchungen über Bewirtschaftungsstrategien des Gebäudebestandes [EQT96] [BRAU96a] zeigen, daß durch eine Strategie der Dauerhaftigkeit die Gebäudequalität erhalten, die Gesamtkosten reduziert und die Umweltbelastung verringert werden können. Die umweltbelastenden Effekte der Baustoffherstellung und des Bauprozesses werden so über eine längere Periode verteilt und die Entnahmen von Ressourcen aus der Natur durch verringerte Neubautätigkeit reduziert.

Die Bauaufgaben der Zukunft liegen deshalb vermehrt in kombinierten Neubau-, Umbau- und Instandsetzungsaufgaben. Die Erneuerung während der Gebäudenutzung wird der Schwerpunkt der Bauvorgänge werden, da es nicht wirtschaftlich und häufig gar nicht möglich ist, die Nutzung während der Gebäudeerneuerung auszulagern. Die klassischen Unterscheidungen (zwischen Neubau und Erneuerung, Wohnungsbau und Industriebau, Massivbau und Leichtbau usw.) werden an Bedeutung verlieren und nicht mehr tragfähig sein.

Ein systematisierter Planungs- und Bauvorgang für die Erneuerung, der die damit verbundenen komplexen Randbedingungen berücksichtigt, fehlt bislang. Angesichts der enormen Investitionen im Erneuerungsbereich ist dieses volkswirtschaftliche Risiko zugleich eine Chance für die Baubranche, in Verbindung mit der Änderung der Bauaufgaben einen Produktivitätsfortschritt im Planungs- und Bauprozess zu erzielen, denn in der baulichen Erneuerung unter Betrieb kann eine Verringerung der Bauzeit durch Reduktion sowohl der Bau- als auch der Nutzungskosten eine doppelte Einsparung bewirken (Bild 1).

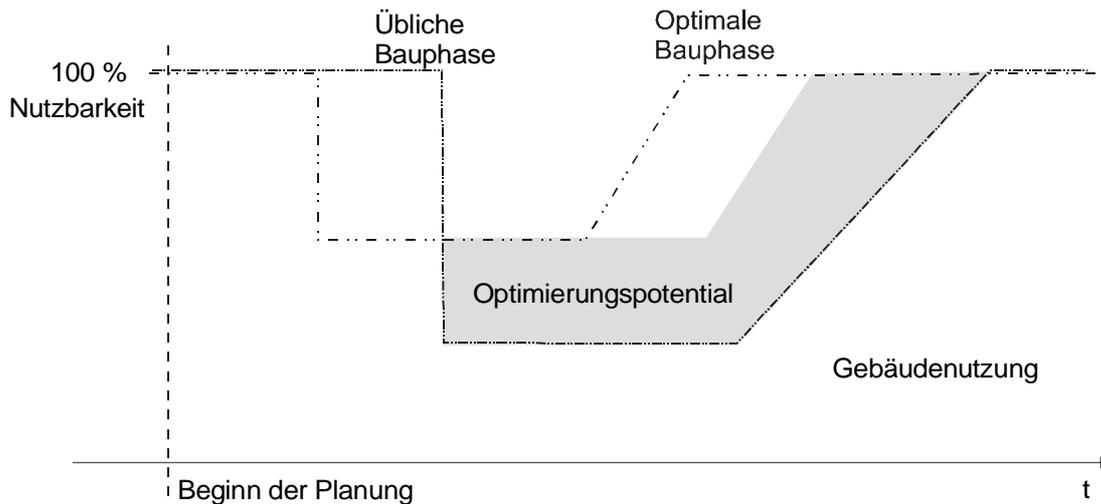


Bild 1. Schema zum Optimierungspotential in Planungs- und Bauphase von Erneuerungsprojekten

Stand der Forschung:

Die Bewältigung der Bauaufgaben in der Erneuerung unter Betrieb erfordert Systemlösungen aus heterogenen Bestandteilen. Lagen die Innovationen in den vergangenen 30 Jahren vor allem in der Entwicklung von neuen Werkstoffen und Konstruktionsverfahren als Insellösungen für den Neubau, so verschieben sich die mittelfristigen Anforderungen an neuen Technologien in Richtung

- Systemlösungen für Erneuerung und Umbau,
- Integrierte Lösungen zur Verbesserung der Bauqualität (z.B. Behaglichkeit und Energieverbrauch, Dauerhaftigkeit und einfache Montage) und
- kreislaufbestimmte Lösungen.

Die existierenden Arbeiten zu dieser Thematik lassen sich Schwerpunkten zuordnen, die untereinander vielfältig verknüpft sind und insgesamt das noch neue wissenschaftliche Feld der baulichen Erneuerung charakterisieren (Bild 2). Diese sind:

Facility Management

Der aus den USA stammende Begriff Facility Management, der sich ursprünglich auf die Flächenoptimierung von Gebäuden und die ergonomische Optimierung des Arbeitsumfeldes der Arbeitnehmer beschränkte, ist zum Synonym für alle die Bewirtschaftung von baulichen Anlagen betreffende Fragestellungen geworden. Mitte der achtziger Jahre entstanden in Deutschland erste Diskussionsforen zum Thema Facility Management, die sich im weitesten Sinne mit der Optimierung betrieblicher Liegenschaften hinsichtlich Kosten und Nutzen beschreiben lassen [KAHL89]. Zum Facility Management existiert noch keine theoretische Fundierung und Forschung. Fachveröffentlichungen der letzten Jahre belegen allerdings den dringend notwendigen Handlungsbedarf in dieser Thematik [BRAU96a] [FÜHR97] [TEIC90] [HARD93]. Der vorliegende Forschungsantrag behandelt einen Teilaspekt dieser komplexen Materie.

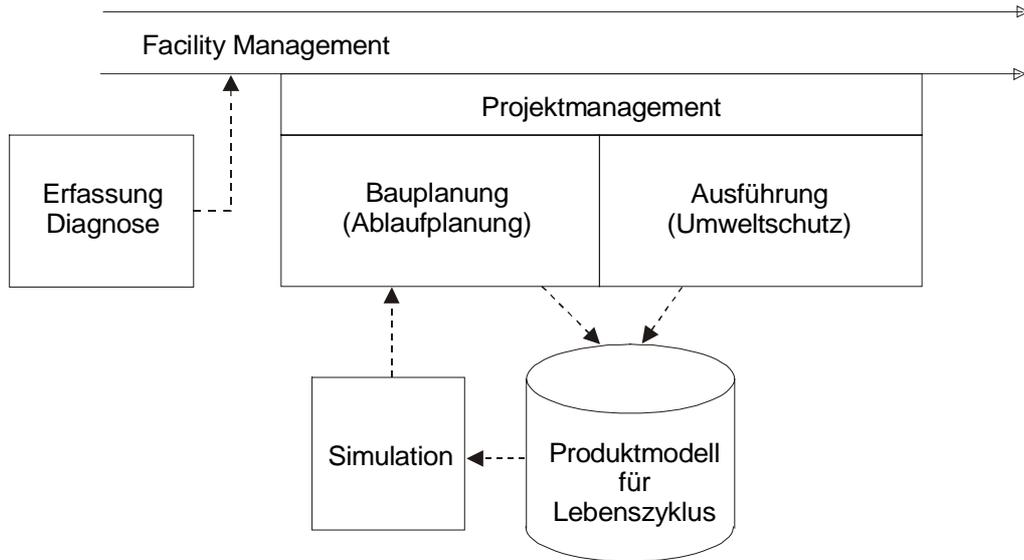


Bild 2. Strukturierung der Erneuerungssituation in Themenschwerpunkten.

Projektmanagement

Über das Projektmanagement und teilweise auch über seinen kostenreduzierenden Einfluß sind vielfältige Veröffentlichungen verfügbar, allerdings beschränken sie sich größtenteils auf eine partielle Betrachtung einzelner Schritte des Planungs-, Bau- oder Nutzungsprozesses [SOM94] [MOT93] [RÖS94] [KAH89] oder die Untersuchung spezieller Auftraggeber [GAD94]. Ganzheitliche Betrachtungen eines Projektes über den gesamten Lebenszyklus hinweg sowie die Möglichkeiten zur Kostenreduzierung durch ein ineinander übergreifendes Projektmanagement und Facility Management sind hingegen bisher nicht in ausreichendem Maße angestellt worden [BVH94] [DYLL80]. Arbeiten am "Zentrum für Integrierte Planung im Bauwesen" berühren z.T. den Lebenszyklus [WIE95], jedoch nur in der Neubauplanung. Im NSF-Projekt "Virtual Design Team" am CIFE in Stanford werden Modelle für Projektorganisationen empirisch erstellt, jedoch zur Zeit noch ohne konkreten Bezug zum Bauwesen.

Ablaufplanung

Die verfügbaren Projektmanagementtechniken sind im wesentlichen auf den Neubau ausgerichtet. Dabei wird die Planung als Problem der hierarchischen Abfolge von Planungsleistungen verstanden, die auf Basis der Netzplantechnik bearbeitet werden [ALS95]. Interdisziplinäre Teamprozesse mit vielfachen Rückkopplungen sind hierin kaum einzuordnen. Dies hat zur Erweiterung der Modelle um regel- und constraintbasierte Ansätze geführt [HEND87]. Mit diesen methodischen Grundlagen ist es durchaus möglich, auch wesentlich komplexere Systeme abzubilden [ALS93] [MAR91] [ZHO95] [OBRI85].

Frühe Planungsphasen, insbesondere auch der Aufbau von Planungsteams, die Beziehungen zu Behörden etc. sind kaum untersucht [BFK92b]. Die Einbeziehung von Nutzerinnen und Nutzern während der Planungs- und Erneuerungsphase ist bislang systematisch lediglich in [WHIT87] als "disturbance scheduling"-Verfahren und in [GLA94] [MAR91] untersucht.

Kooperatives, verteiltes Arbeiten

Die theoretischen Grundlagen und methodische Ansätze einer computergestützten kooperativen Arbeit werden im Fachgebiet CSCW (Computer Supported Cooperative Work) untersucht und in "Groupware"-Applikationen umgesetzt. In Anlehnung an [TSM95] können die unterschiedlichen Groupware-Applikationen nach Unterstützungsfunktionen in Kommunikation, Workflow-Management, Workgroup Computing und gemeinsame Informationsräume klassifiziert werden.

Aufgrund der schwach strukturierten Abläufe sind insbesondere die beiden letztgenannten Klassen für das Bauwesen relevant. BSCW (Basic Support für Cooperative Work) an der GMD in Bonn ist der wichtigste Vertreter der Informationsräume und wird über den Forschungsansatz hinaus mittlerweile weltweit eingesetzt [GMD98]. Die gemeinsam zu verwendenden Daten werden hier als Objekte der Typen "Behälter" und "Inhalt" verwaltet. Bei Datenveränderungen werden Ereignisobjekte initiiert, die einen schnellen Überblick über die Kooperationsvorgänge ermöglichen [APPE97]. Eine inhaltliche Assistenz der Arbeit ist mit diesem Ansatz nicht möglich. Im Vordergrund des Forschungsprojektes Worlds/Orbit [Worlds98] steht hingegen die Entwicklung eines CSCW Systems, in dem die Teammitglieder sowohl beim evolutionären Aufbau eines Kooperations-szenarios als auch bei der inhaltlichen Arbeit unterstützen soll. Orbit baut dabei auf sogenannte "locales", Gebiete mit einem bestimmten thematischen Fokus, auf. Die Benutzer treffen sich in einem "locale" mit den von ihnen benötigten Arbeitsobjekten, Werkzeugen und sonstigen Ressourcen und können diese für eine bestimmte Kooperationsaufgabe strukturieren und miteinander in Beziehung setzen [MKFP98]. Die Workflow-Management-Coalition [WfMC98] -- ein Zusammenschluß von Entwicklern und Anwendern -- bemüht sich um Standards und hat ein Referenzmodell erstellt [VER95] [BRIN96], dessen Akzeptanz noch offen ist.

Das COMMIT-Projekt sieht die Probleme der Bauindustrie in der hohen Anzahl Beteiligten und Heterogenität [COM98]. Es etabliert hierzu ein eigenes Informationsmanagement-Modell CIMM, das Versionverwaltung und Ereignisbehandlung als Schwerpunkte des Datenaustausch adressiert, um für den Gebäudelebenszyklus einsetzbar zu sein. Das im April 1998 beendete Projekt hat keine Integration vorhandener Tools betrieben [REZG96]. Auf ein Protokoll zur computergestützten Effizienzsteigerung der Abläufe in der Planungs- und Bauphase zielt das "PROCESSprotocol"-Projekt, das unter signifikanter Industriebeteiligung die bisherigen Abläufe analysiert und hieraus ein für die elektronische Kommunikation geeignetes Kommunikationsprotokoll abzuleiten versucht [PRO96] [PRO98]. Ebenfalls bauspezifisch modelliert 4D-CAD außer den geometrischen Dimensionen zusätzlich die Zeitachse, um damit den Bauprozess zu visualisieren. Es wird am CIFE in Stanford in verschiedenen Projekten sukzessive ergänzt: Im Projekt "Collaborative 4D-CAD" [CIFE98] sollen die Tool-Eigenschaften bezüglich Funktionalität und Nutzen der kombinierten Zeit-/Raum-Modellierung verbessert werden.

Bei den bisher entwickelten Groupware-Systemen gelten die für bauliche Erneuerungsprojekte besonders wichtigen Simulations- und Analysekomponenten im Gegensatz zur Modellierung als unterentwickelt [Wag95].

Lebenszyklus und Gebäudeproduktmodelle

Produktmodelle erheben den Anspruch auf lebensphasenübergreifende Betrachtung hauptsächlich für den Konstruktions-, Herstellungs- und Erneuerungsprozess [GIE88]. Japanische Arbeiten tendieren zur Automatisierung im Neubau als Ziel der Produktmodellierung [YAMA92]. Im Bauwesen jedoch ist die jahrezehnte dauernde Nutzung eine wesentliche, aber bislang vernachlässigte Phase. Erste Ansätze zu ihrer Berücksichtigung waren die Modelle [DHIL89] und [CLAU89] für Lebenszykluskosten, die sich aus den

Investitionskosten und der Gesamtheit der laufenden Betriebskosten zusammensetzen, sowie [BON88] auf allgemeiner Ebene. Das Problem der Alterung der Gebäudebestände der industrialisierten Staaten wurde seit Ende der 80 Jahre thematisiert [BEZ91] [BOW89][BRI91] [BRIF89] [BFK93] [KAND89] [MEY91] [QUAH90] [SCH89] [EQK97] [RIC97], entsprechend folgten Arbeiten zur Abschätzung des Modernisierungsbedarfes [BAR97] [KAND89] [PAR95]. Der Rückbau ist Gegenstand eines Normentwurfs [DIN94]. Ansätze zu einer Modellierung der Gebäude im Hinblick auf den Lebenszyklus sind zur Zeit Objekt der Forschung in verschiedenen Ländern [IWC91] [MERM91] [MAR91] [MEY91] [DUE96] [GOL97] [PEU98]; die längerfristig wohl wichtigsten Arbeiten werden jedoch im Bereich der Lebenszyklusanalyse (life cycle assesment) durchgeführt [SET93] [HEI92] [BRAU96] [ISO95] [ISO97].

Innerhalb der Bauforschung und Denkmalpflege werden größere Bestände untersucht und hierauf angepaßte Methoden entwickelt [HAS96]. Die Anwendung von vollständigen Energie- und Stoffflußbilanzen auf Gebäude ist bis jetzt auf die Forschung beschränkt [PEU98], unter anderem durch den großen Aufwand für die Gebäudebeschreibung. Die direkte Koppelung der quantifizierten Stoffflüsse an CAD-Systeme ist schwierig, weil aus den Zeichnungen vor allem geometrische, nicht aber semantische Informationen zu den Eigenschaften von Baustoffen und -teilen ermittelt werden können [TAH95]. Der Leistungsbeschrieb eines Gebäudes enthält eine viel größere Anzahl von relevanten semantischen Informationen [BJOR92], ohne daß diese bisher jedoch in der Praxis für Stoffflußbilanzen genutzt worden wären.

Simulation

Im Einsatz befinden sich Simulationsumgebungen, wie z.B. Simple++ (Simulation in Produktion, Logistik und Engineering) [AESO94], beispielsweise zur Modellierung von Materialflüssen und Unternehmensprozessen in der Fertigungstechnik. Sie erlauben durch flexible Schnittstellen die Analyse komplexer Zusammenhänge und Abläufe in verschiedenartigen Prozessen. Dennoch existieren derzeit keine Simulationswerkzeuge, welche sich zur Simulation von Bauabläufen unter den komplexen Bedingungen der Erneuerung unter Betrieb eignen. Die Erweiterbarkeit der vorhandenen Lösungen kann jedoch für die Entwicklung des hier notwendigen Werkzeugs genutzt werden.

Versuche mit hierarchischen, objektorientierten Gebäudemodellen [BED93] erlauben zwar komplexe Simulationen, sie scheitern jedoch bei einer größeren Anzahl von Objekten. Der Agentenansatz wurde bisher vor allem in der Maschinenindustrie angewandt [GRA95]. Im Baubereich liegen die Versuche eher in der Modellierung der Gebäude [BHA95] [BHA95a] und der Planung [PRO96] [PRO98]. Ein interessanter Ansatz im Bereich Agenten ist das ACL-Projekt [CIFE98a] als Kooperation von CIFE (Stanford), CMU, MIT und anderen im Rahmen des "Architect Associate"-Forschungsprogramms [KHED95] [KHED98], das jedoch den Schwerpunkt auf Software-Interoperabilität legt.

Gebäudeerfassung und -diagnose

Der wesentliche Unterschied zwischen Neubauplanung und Erneuerungsplanung liegt in der Notwendigkeit der Erfassung und Diagnose des Istzustandes eines Gebäudes, da zum Erneuerungszeitpunkt oft keine nachgeführten Baudokumente existieren. Der Istzustand ist der Neubaugustand unter Berücksichtigung von bautechnischen Fehlern und Mängeln (Bauschäden), Zustandsänderung durch Materialalterung und (Ab-)Nutzung sowie Art und Ausmaß der vergangenen Instandhaltungsarbeiten. Der Istzustand wird aus den Gebäudedaten durch eine Diagnose bestimmt, bei der sowohl qualitative Bewertungen (Begutachtung durch Fachpersonal) als auch kleinere Eingriffe und Messungen durchgeführt werden. Es wurden in den letzten Jahren

standardisierte Verfahren der Diagnose entwickelt [BFK92a-d]. Ein Bauelement wird identifiziert und im Gebäudeproduktmodelles erfaßt, sein Abnutzungs/Alterungszustand wird bestimmt auf Grund von Standardzuständen (z.B. mittlere Abnutzung, die eine Teilerneuerung bedingt) und aufgrund dieses Zustandes können die zu seiner Instandsetzung notwendigen Bauleistungen ebenfalls standardmäßig zugewiesen werden [CRB96] [DUE96] [KOH97c].

Die zur Datenerfassung notwendigen Sensoren sind technisch entwickelt und auf dem Markt erhältlich [FRAD97]. Sie werden bis heute allerdings selten zur Erfassung von Gebäuden eingesetzt. Im Bereich der Bildanalyse gibt es sehr viele unterschiedliche Techniken, die eine Verarbeitung zweidimensionaler Bilder ermöglichen [SCHL95] und auf deren Basis die für die Bauerneuerung relevanten Daten extrahieren werden können. Ein bauspezifischer Einsatz dieser Methoden ist bis heute aber nicht erfolgt.

Produktionsintegrierter Umweltschutz

Während die Entwicklung produktionsintegrierter Umweltschutzmaßnahmen im Baubereich bei der Produktion von (Primär-)Baustoffen seit einigen Jahren eingesetzt hat, stehen schlüssige Konzepte zur Produktion von Sekundärbaustoffen noch aus. Dies betrifft insbesondere Sanierungs-, Um- und Rückbaumaßnahmen von Gebäuden. Forderungen zur Entwicklung und Umsetzung umweltorientierter Maßnahmen bei der Erneuerung und dem Rückbau bestehender Gebäude werden in jüngster Zeit von verschiedenen Seiten erhoben [BMB97] [BMB98] [BR96]. Erste Forschungsansätze zur Integration des Umweltschutzes in den Planungsprozeß bei der Sanierung von Bauwerken befinden sich derzeit in Arbeit [WUP98], beziehen jedoch weder technologische noch ökonomische oder organisatorische Aspekte bei der Sanierung und dem Umbau von Gebäuden explizit ein. Neuere Ansätze zur umweltorientierten Planung für die Baustellenfertigung konzentrieren sich vorwiegend auf das Management von Abfällen, die beim Neubau anfallen (sog. Baustellenabfälle) [GAL97], beschäftigen sich jedoch nicht mit Rückbau- und Sanierungsarbeiten und den dabei anfallenden Reststoffen. Die humantoxischen Aspekte von Baumaßnahmen in Innenräumen werden erstmals ansatzweise im LEGOE Projekt untersucht [HER98]. Eine Verknüpfung von Bauleistungen, Baustoffen und Problemstoffen [GIS95] wurde erstmals in [EQK97] erstellt. Computergestützte Instrumente zur Planung der Baustoffproduktion sowie der Arbeit auf Baustellen liegen bislang erst für Neubauprozesse bzw. für Umnutzungen von Gebäuden vor. Für den Fall einer Gebäudesanierung sowie eines Gebäuderückbaus mit anschließender Baustoffaufbereitung der anfallenden Stoffgruppen wurden erste rechnergestützte Stoffstrommanagementsysteme als Prototypen entwickelt, mit denen die Bauablaufplanung für den Rückbau von Gebäuden unter stofflichen sowie ökonomischen Gesichtspunkten optimiert werden kann [SCH98].

Eigene Vorarbeiten:

Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung

Am DFIU stellt die Entwicklung von Kreislaufwirtschaftssystemen für Baustoffe mit den Teilaufgaben der Abfallbeseitigung, der prozeßintegrierten Reststoffvermeidung, der Reststoff- und Altproduktverwertung sowie aller zugehöriger logistischer, organisatorischer und informationstechnischer Funktionen einen wesentlichen Forschungsschwerpunkt dar. In diesem Zusammenhang wurden unter anderem Projekte zum selektiven Rückbau und Recycling von Gebäuden in der Praxis durchgeführt und computergestützte Planungshilfsmittel

hierfür entwickelt. Basis für diese Untersuchung waren mehrere Pilotbaustellen zum selektiven Rückbau von Gebäuden und der Verwertung der anfallenden Baurestmassen in Deutschland und Frankreich [REN94] [REN98] [REN98a]. In Verbindung mit diesen praxisorientierten Arbeiten werden am Institut parallel methodische Planungshilfsmittel zur stofflichen Bewertung bestehender Gebäude [SCH97], zur Bestimmung kostenoptimaler Demontagetiefen [SPE94], zur optimalen Konfiguration von Baustoffaufbereitungsanlagen [NIC94] sowie zur ökonomisch effizienten Ablaufplanung und zum stoffflußbasierten Projektmanagement beim Rückbau von Gebäuden [SCH98] entwickelt und in Form computergestützter Planungssysteme umgesetzt. Eine Validierung der implementierten Prototypen erfolgt derzeit im Rahmen mehrerer laufender Forschungsprojekte. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf der Entwicklung von Strategien zum Austrag von Schad- und Störstoffen bei Gebäudedemontage und Recycling, die darauf abzielen, die Umweltverträglichkeit von Recyclingbaustoffen gezielt positiv zu beeinflussen. Hierzu wurden durchgängige Stoffflußrechnungen vom Gebäude über die Baustoffaufbereitung bis zum Sekundärbaustoff durchgeführt [REN97] [SIN97] sowie Technologien zur Demontage belasteter Bauteile techno-ökonomisch bewertet [SIN97a]. Die hierdurch am Institut vorhandenen Erfahrungen und Planungswerkzeuge bieten die notwendige Voraussetzung zur erfolgreichen Bearbeitung der vorgeschlagenen Teilprojekte.

Institut für Industrielle Bauproduktion

Im Rahmen des Impulsprogrammes "Bauliche Erneuerung" wurden am ifib Grundlagenarbeiten zum Gesamtproblem geschaffen [BFK92a-e]. Insbesondere die Arbeiten zum Thema „Ablaufplanung Bauerneuerung“ wurden von N. Kohler initiiert und im Namen der Projektleitung des Impulsprogrammes begleitet. Die Prozeßsimulation von Bauprozessen aufgrund von Diagnosemethoden auf Elementstufe, wurde im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der ETH Lausanne, Lehrstuhl Operations Research [KLI91] [GLA94] und der französischen Baufirma DUMEZ Lyonnaise des Eaux erarbeitet [GLA96] und prototypisch auf Baustellen implementiert.

Das am ifib entwickelte Lebenszyklusproduktmodell baut auf einer erweiterten und verbesserten Elementgliederung auf. Die Erkenntnisse der Systematik der CRB-Elementkostengliederung [CRB96] [DUE 96] und der Verknüpfung von Elementen mit Bauleistungen und Vorstufen werden integriert, an deutsche Gliederungen angepasst [DIN95] und können zu Gebäudeteilen, Gebäuden oder Gebäudebeständen aggregiert werden. Eine große Anzahl von Bewertungen werden über Verknüpfung mit anderen Daten möglich (Energie, Umwelteinwirkungen, Humantoxikologische Auswirkungen, Kosten, Brandschutz [KLIN96] [KLIN97] [KOH96]). Ein stochastisches Lebenszyklusalterungsmodell auf den Stufen Elemente, Gebäude und Gebäudeteilbestände bildet die Grundlage für die Lebenszyklussimulation. [HEI95] [BAR97]. Die Verbindung zur geometrischen Modellierung von üblichen CAD Systemen kann über Import- und Export-Schnittstellen realisiert werden, die z.B. mittels Industry Foundation Classes (IFC) implementiert werden. [KOH95] [KOH97c] [KOH98]. Die Modellierung der Stoffströme im Gebäudebestand wird im Rahmen eines DFG Projektes [RIC97] [SCHW97] und einer Studie für die Enquete Kommission des deutschen Bundestages zum Schutz von Mensch und Umwelt [EQT96] [KOH97c] realisiert. Die Verbindung zwischen CAD, Kostenplanung, Ökobilanzierung und Energiebedarfsberechnung wird zur Zeit im Rahmen eines von der Bundesstiftung Umwelt gefördertes Verbundprojekt mit Industriepartnern verwirklicht [BSU97]. Das ifib realisiert im Rahmen des BMTF Projektes INTESOL [IKE97] eine integrale Planungsplattform für solaroptimierte Gebäude auf Basis von CSCW-Techniken, die über das WWW zugänglich ist [INTE98]. Diese Plattform wird bereits in Industrieprojekten eingesetzt.

Institut für Maschinenwesen im Baubetrieb

Das IMB befaßt sich aufgrund der Forschungs- und Lehrschwerpunkte im Bereich Bauausführung/Projektmanagement schon geraume Zeit mit dem Schnittstellenmanagement, insbesondere auf der Baustelle [GEHB91][GEHB94].

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschungsarbeiten am IMB liegt im Bereich der Projektsteuerung. In diesem Zusammenhang sind die Planung und Steuerung von Kosten und Terminen, ebenso wie die Zusammensetzung und der Informationsfluß zwischen den jeweiligen Beteiligten, Gegenstand intensiver Untersuchungen. Seit Mitte 1996 berät das IMB eine süddeutsche Großstadt bei der Einführung eines Projektsteuerungssystems in der städtischen Bauverwaltung. Hierbei werden sowohl Neu- als auch Umbaumaßnahmen untersucht.

Seit 1993 ist die Erforschung der effektiven Bewirtschaftung von baulichen Anlagen ein weiterer Schwerpunkt des IMB. Im Vordergrund stand zum damaligen Zeitpunkt die Gestaltung von Fassaden unter dem Gesichtspunkt der späteren Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen. Bis zum heutigen Zeitpunkt wurden in dieser Thematik und benachbarten Themenbereichen umfangreiche Untersuchungen durchgeführt [WEIN93] [WEIN94] [WEIN95]. Derzeit ist eine Dissertation zu diesem Thema in Arbeit, die voraussichtlich noch dieses Jahr fertiggestellt wird.

Im Mai 1997 hat das Institut zur Unterstützung der Forschungstätigkeit und zur besseren Darstellung nach außen das „Facility Management Research Center“ gegründet. Die Institutsmitarbeiter in diesem Bereich beschäftigen sich intensiv mit der Thematik des Facility Managements während der Planung und Ausführung von Bauvorhaben. Dazu werden insbesondere praxisorientierte Projekte aus der Wirtschaft bearbeitet. Zur Unterstützung ihrer Tätigkeit wurde im Juli 1997 eine CAFM-Software installiert.

Institut für Prozeßrechentchnik, Automation und Robotik

Im Bereich der Datenerfassung wurden am Institut für Prozeßrechentchnik, Automation und Robotik bereits einige Vorarbeiten geleistet. So wurde im Rahmen einer Studie der Einsatz von Multimediawerkzeugen und die Erfassung multimedialer Daten auf Basis von derzeit verfügbaren Netzen untersucht [BERN96]. In [SCHA98] wurden im Bereich Telepräsenz Werkzeuge für die Fernsteuerung mehrerer unterschiedlicher Kameras entwickelt. Sie stehen für den Einsatz in diesem Projekt zur Verfügung.

In [REIT97] wird die Entwicklung einer Simulationsumgebung zur Modellierung von Fertigungsprozessen in Unternehmen basierend auf den K-CIMOSA-Unternehmensmodellen vorgestellt. Aufgrund der modularen Gestaltung können damit neben z.B. Lagerung, Transport und Montage zahlreiche weitere Prozesse simuliert werden. [MEHL94] beschreibt ein Konzept zur flexiblen Konfigurierung und dynamischen Adaption von Simulationsumgebungen. Speziell angewendet wurde das Konzept beispielsweise auf die Integration von Simulation und Steuerung von Robotern. In [JANU97] wird ein neuartiges Werkzeug zum automatischen Finden von Schwachstellen bei Abläufen in Fertigungsunternehmen eingeführt.

Die aus diesen Projekten gewonnenen Erfahrungen ermöglichen die Gestaltung geeigneter Simulationswerkzeuge für die Erneuerung unter Betrieb. Insbesondere ist das Know-How zur Gestaltung der Werkzeuge für geeignete Simulationsbewertung und die damit verbundene Optimierung vorhanden.

Vebundprojekt Informationslogistik

Das Projekt "Informationslogistik" hat das Ziel, in branchenübergreifenden Kooperationen geeignete Formen der Zusammenarbeit durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zu entwickeln. Das Projekt beschäftigt sich im einzelnen mit Konzepten und Methoden, Informationen der erforderlichen Qualität am

erforderlichen Ort zur erforderlichen Zeit in erforderlichem Umfang zur Verfügung zu stellen [GRAB96] [GRAB97].

Aus sieben Instituten verschiedener Fachrichtungen wurde ein interdisziplinäres Forschungsteam gebildet, das am Beispiel der Neuplanung und der Entwicklung eines Bauservicegerätes die unternehmensübergreifende Problematik nachbildet und Lösungen erarbeitet. An diesem Verbundprojekt sind das Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), das Institut für Prozeßrechentechnik, Automation und Robotik (IPR) sowie das Institut für Maschinenwesen im Baubetrieb (IMB) beteiligt.

- [AESO94] AESOP(Eds.)(94): SIMPLE++ Übersicht 05/94. Produktbeschreibung, Mai 94.
- [ALS93] ALSHAWI,M.; BUDEIRI,M.: An integrated Approach to 3D Simulation of the Construction Sequence. in The International Journal of Construction Information Technology. Vol. 1. No.2, p 35-46
- [ALS95] ALSHAWI,M.;HASSAN,Z.: A run time generation of construction plans: Integrating construction information model with building model. in Product anProcess Modelling in the Building Industry. Scherer (edit) Rotterdam 1995. p.303 -307
- [APPE97] Appelt, W., Sprenger, M.: Kurzeinführung in das BSCW System, GMD Projektpapier
- [BAR97] BARTH,B; KOHLER,N;SCHWAIGER,B; Modellierung des deutschen Gebäudebestandes. Zwischenbericht DFG Projekt. Ifib. Univ. Karlsruhe. 1997
- [BED93] Bedell, J.; Kohler, N.: A Hierarchical Model for Building Applications. In: Flemming, U.; vanWyk, S.: CAAD Futures, North Holland, Amsterdam, 1993
- [BERN96] Berns, K.; Deck, M.; Maybaum, F.; Münch, S.; Schaude,H.: Studie über den Einsatz von Multimedia und Videokonferenzen in mittelständischen Unternehmen, Forschungszentrum Informatik, Universität Karlsruhe, Januar 1996
- [BEZ91] BEZELEGA, A, BRANDON, P [1991] Management, Quality and Economics in Building. CIB Congress in Lisboa 1991, Spon, London.
- [BfK92a] BfK – Bundesamt für Konjunkturfragen. Impulsprogramm Bauliche Erneuerung: Elementgliederung für Erneuerung und Unterhalt. - Classification des éléments d'entretien et de rénovation. EDMZ, Bern, 1992.
- [BfK92b] BfK – Bundesamt für Konjunkturfragen. Impulsprogramm Bauliche Erneuerung: Gebäudebewirtschaftung. EDMZ,Bern 1992.
- [BfK92c] BfK – Bundesamt für Konjunkturfragen. Impulsprogramm Bauliche Erneuerung: Grobdiagnose Handbuch und Datenblätter. EDMZ, Bern 1992.
- [BfK92d] BfK – Bundesamt für Konjunkturfragen. Impulsprogramm Bauliche Erneuerung: Feindiagnose Haustechnik und Feindiagnose Baukörper. Handbücher, EDMZ, Bern 1992.
- [BfK92e] BfK – Bundesamt für Konjunkturfragen: Planung des Bauablaufs bei der Erneuerung Impulsprogramm bauliche Erneuerung, Bern, 1992.
- [BFK93] BFK – Bundesamt für Konjunkturfragen. Impulsprogramm Bauliche Erneuerung: Gebäudebewirtschaftung. EDMZ,Bern 1993.
- [BHA95] Bhat R.: An Agent Approach to Case Adaptation. Extendend Abstract in First International Conference on Multi-Agent Systems, June '95, San Francisco, USA.
- [BHA95a] Bhat R. (1995). „An Agent Approach to Case Adaptation". FABEL-Report No. 26. GMD January '95, Sankt Augustin.
- [BJOR92] BJÖRK, B.-C., «A Unified Approach for Modelling Construction Information», *Building and Environment*, special issue on databases for project integration, 1992 (to be published).
- [BMB97] Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau;Bundesministerium der Verteidigung (Hrsg.): Arbeitshilfen Recycling -Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Bauabfällen bei Planung und Ausführung von baulichen Anlagen, zu beziehen über: Oberfinanzdirektion Hannover, Stand Mai 1997
- [BMB98] Ökologischer Leitfaden des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Entwurf), in: Proceedings zur Tagung Ökologische Grundsätze bei Neuplanung und Rückbau von Gebäuden, 23.4.98, Bonn
- [BON88] BON, R. (1988) Replacement simulation: A framework for building portfolio decisions. *Construction Management and Economics*, 6, 149–159.
- [BOW89] BOWEN, P.A., & ERWIN, G.J. (1989). Cost Modelling of Design Alternatives Using Expert Systems, in *Building Maintenance & Modernisation Worldwide*, Vol.2, pp. 1125–1134. Longman, Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- [BR96] Zielfestlegungen der Bundesregierung zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Bauabfällen (Entwurf), Bonn, 1996
- [BRAU96] BRAUNSCHWEIG, A; FÖRSTER,R ; HOFSTETTER, P; MÜLLER-WENK,R : Developments in LCA Valuation. IÖW Diskussionsbeitrag Nr.32. St.Gallen 1996.
- [BRAU96a] Braun, H.; Oesterle, E;Haller, P: Facility Management - Erfolg in der Immobilienbewirtschaftung, Springer, Heidelberg 1996.
- [BRE95] BREDENBALS B., WILLKOMM W.: Neue Konstruktionsalternativen für recyclingfähige Wohngebäude, Institut für Industrialisierung des Bauens, Forschungs-, Entwicklungs- und Planungs-GmbH. Hannover 1995
- [BRI91] BRIGGS, T. The distribution of service lives deduced from housing maintenance records: and application of renewal theory. in [BEZ91]
- [BRIF89] BRIFFETT, C. Balancing Design and Maintenance Issues, in *Building Maintenance & Modernisation Worldwide*, Vol.2, pp. 1097–1105
Longman, Singapore Publishers (Pte) Ltd. ,1989

- [BRIN96] Brinkmann, R.: Workflow-Management für das Hardware-Design komplexer Logikbausteine, Institut für Informatik der Technischen Universität Clausthal, 1996
- [BSU97] Forschungsprojekt LEGOE: Umweltorientierte Planungsinstrumente für den Lebenszyklus von Gebäuden. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. 1996-1998.
- [BVH94] Betriebskosten von Hochbauten, Orientierungswerte für Staatliche Gebäude Hrsg.: Finanzministerium Baden-Württemberg, Stuttgart 1994
- [CIFE98] Collaborative 4D-CAD, CIFE, University of Stanford, WWW-Seite <http://gaudi.stanford.edu/4D-CAD/INTRO-4DCAD.HTML> Stand 8.6.1998
- [CIFE98a] WWW-Seite <http://www.leland.stanford.edu/group/CIFE/ACL/>
- [CLAU89] CLAUSS, W. G. Die Kosten der Instandhaltung des Bauwerksbestands in der Bundesrepublik Deutschland und deren Auswirkungen auf die Beschäftigung im Baugewerbe. Ehningen 1989
- [COM98] "COMMIT - Construction Modelling and Methodologies for Intelligent information in Tegration", WWW-Seite <http://www.salford.ac.uk/iti/projects/commit/commit.html>, Stand 1.6.1998
- [CRB96] Zentralstelle für Baurationalisierung CRB: Normpositionenkatalog (NPK) und Bauelementkatalog (BEK). Zürich. 1996
- [DHIL89] DHILLON B.S. Life cycle costing, New York 1989
- [DIN94] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG: "Umweltschonender Rückbau von Gebäuden", Entwurf, Berlin, 1994.
- [DIN95] DIN 276: Kosten von Hochbauten. 1995
- [DUE96] Projekt DUEGA: Elementgliederung für Gebäude. CRB Zürich 1996
- [DYLL80] Dyllick - Brenziger, Dr.-Ing. Frank Betriebskosten von Büro- und Verwaltungsgebäuden, Schriftenreihe des Instituts für Baubetriebslehre der Universität Stuttgart, Band 21 1980
- [EQK97] Enquete Kommission zum Schutz von Mensch und Umwelt des deutschen Bundestages.: Konzept Nachhaltigkeit. Fundamente für die Gesellschaft von morgen. Hrsg. Deutscher Bundestag. Bonn 1997
- [EQT96] ITAS, IFIB, IWU, Uni. Dortmund, Fachhochschule Kiel : Stoffströme und Kosten im Bereich Bauen und Wohnen. Studie im Auftrag der Enquete Kommission zum Schutz von Mensch und Umwelt des deutschen Bundestages. Karlsruhe. 1996.
- [FRAD97] J. Fraden: Handbook of modern Sensors, AIP Press, 1997
- [FÜHR97] Führer, H; Grief, M: Gebäudemanagement für Architekten und Ingenieure, dtb Verlag Das Beispiel, Darmstadt, 1997
- [GAD94] Gaddis, S. : Kostensteigerung bei öffentlichen Bauvorhaben. Dissertation Universität Göttingen 1994. Europäische Hochschulschriften / 05
- [GAL97] Gallenkemper, B.; Gellenbeck, K.; Behlau, M.; Helmer, L.; Flamme, S.; Frerig-Liekhues, B.: Verstärkte Erschließung des Verwertungspotentials von Baustellenabfällen durch organisatorische und technische Maßnahmen, Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Technologie (BMBF), Förderkennzeichen: 1450788-0, 1997
- [GEHB91] Gehbauer, F.: Informationsmanagement für das maschinenintensive Bauen; BMT, April 1991
- [GEHB94] Gehbauer, F.: The Principles of Construction Management (Mitverfasser); Technischer Verlag. Tokyo, Japan, 1994
- [GIE88] GIEHLING W.F. General AEC Reference Model (GARM). TNO Building and Construction Research. 1988.
- [GIS95] GISBAU, 1995: Gefahrstoffe beim Bauen, Renovieren und Reinigen. Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft, Frankfurt/Main, 1995
- [GLA94] GLARDON, C ; Liebling, Th.; KOHLER, N : A prototype tool to schedule and simulate the house refurbishment process. In First European Conference on Building Product Modelling. Dresden 1994
- [GLA96] GLARDON, C; KOHLER, N; HEITZ, S; Gobin, Ch.; Jaillet, M: Simulation of the refurbishment of occupied buildings . . EuroPIA'95. Lyon 1995
- [GMD98] Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung: Basic Support für Cooperative Work, WWW-Seite der GMD Stand 10.6.1998
- [GOL97] GOLTON, B.L.: Building obsolescence and the sustainability agenda. in CIB Second international conference Buildings and the Environment Paris June, 9-12, 1997
- [GRA95] GRABOWSKI, H.; SCHREINER, P.: Multi agent driven product development in Product and Process Modelling in the Building Industry. Scherer (edit) Rotterdam 1995. p. 199-205
- [GRAB96] Grabowski, H., Bock, T., Dillmann, R., Kohler, N., Spath, D., Schmid, D.: Unternehmens- und branchenübergreifende Informationslogistik für die Produktentwicklung in der Investitionsgüterindustrie: Erster Projektbericht, Universität Karlsruhe, Januar 1996
- [GRAB97] Grabowski, H., Bock, T., Dillmann, R., Kohler, N., Spath, D., Schmid, D.: Unternehmens- und branchenübergreifende Informationslogistik für die Produktentwicklung in der Investitionsgüterindustrie: Abschlußbericht, Universität Karlsruhe, Dezember 1997
- [HARD93] Harden, Heinrich; Kahlen, Hans: Facility Management Band 3 - Planen, Bauen, Nutzen und Instandhalten von Bauten, Kohlhammer Druckerei GmbH+Co. Stuttgart, 1993
- [HAS96] HASSLER, U ; KIERDORF, A : Industriekultur und Denkmalpflege . Zur Geschichte des Umgangs mit Industrieller Baukultur. ICOMOS - Hefte - Universität Dortmund. 1996
- [HEI92] HEIJUNGS, R. et al (1992): "Environmental life cycle assessment of products; Guide and Backgrounds (Vol. I +II)"; (NOH), CML, Leiden,
- [HEI95] Heitz, S; Barth, B; Eiermann, O; Hermann, M; Kukull, E.: Life cycle models of buildings. In EuroPIA'95. 5th. Intern. Conference on the application of Artificial Intelligence to Architecture and Civil Engineering. Hermes, Paris 1995
- [HEND87] Hendrickson, C., Zozaya-Gorostiza, C., Rehak, D.R., Baracco-Miller, E., Lim, P., «Expert System for Construction Planning», J. of Computing in Civil Eng., Vol. 1, No. 4. p. 241-252, 1987.
- [HER98] Hermann, M; König, H; Lützkendorf, Th.: CAAD system with integrated quantity surveying, energy calculation and LCA (LEGOE). in Green Building Challenge Conference. Vancouver B.C. Oct. 1998 (to be published)

- [IKE97] Zwischenbericht des Verbundprojektes RETEx II / INTESOL "Integrale Planung solaroptimierter Gebäude" für das Jahr 1997, Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Stuttgart 1997
- [INTE98] Intesol, WWW-Seite <http://ifib41.ifib.uni-karlsruhe.de/Intesol/index.html>, Stand 15.6.1998
- [ISO95] International Standardization Organization: ISO14001 Environmental Management System . Draft Standard. 1995
- [ISO97] International Standardization Organization: ISO/TC207/SC5: Life cycle assesement - principles and guide lines (ISO CD 14 040.2) Draft 1997) .
- [IWC91] International Workshop on Computer Building Representation for Integration. Aix-les-Bains 1991.
- [JANU97] Janusz, B: Modellbasierte Reorganisation von Geschäftsprozessen, Dissertation, IPR, Universität Karlsruhe, 1997
- [KAHL89] Kahlen, H.:Facility Management Band 2 - CAD-Einsatz in der Architektur, Kohlhammer, Stuttgart, 1989
- [KAND89] Kandel, Prof. Dipl. Ing. Lutz, Linhardt, Dipl. Ing. Achim, Roth, Dipl. Ing. JürgenBaukostensenkung und Folgekosten F2127 - Bauforschungsberichte des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, IRB Verlag Stuttgart,1989
- [KHED95] Khedro T et al.: Modeling, Communication, and Translation in the ACL project. WWW-Seite <http://www-leland.stanford.edu/group/CIFE/ACL/paper.html> Stand 12.6.1998
- [KHED98] Khedro T et a.: Development of Multi-Institutional Testbed for Collaborative Facility Engineering Infrastructure, WWW-Seite <http://www-leland.stanford.edu/group/CIFE/ACL/asce-draft.html>, Stand 13.6.1998
- [KLI91] KLING,L;KOHLE,N;GLARDON,C; LIEBLING,Th.: Building refurbishment as a one-of- a-kind production. International Working Conference on «One-of-a-kind» Production. BIBA,Bremen 1991.
- [KLIN96] KLINGELE, M; et al :Optimierung von Gesamtenergieverbrauch, Umweltbelastung und Baukosten in frühen Planungsphasen. Abschlussbericht des Projektes KOBOK .Gefördert durch die Bundeststiftung Umwelt. Karlsruhe 1996
- [KLIN97] KLINGELE, M.; KOHLER,N; HEITZ, S.; HERMANN, M.: Simulation of energy and massflows of buildings during their life cycle. CIB Second international conference Buildings and the Environment Paris June, 9-12, 1997
- [KOH95] KOHLER, N. Life cycle models of buildings. EuroPIA'95. Lyon 1995
- [KOH96] KOHLER,N ; KLINGELE,M: Simulation von Energie- und Stoffflüssen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer. International Symposium of the CIB -Wien1996.
- [KOH97a] KOHLER, N; SCHWAIGER B; BARTH, B; KOCH, M: Massflow, energy flow and costs of the German building stock. CIB Second international conference Buildings and the Environment Paris June, 9-12, 1997
- [KOH97b] KOHLER,N.:Life Cycle Analysis of building refurbishment. IEA workshop „future buildings“ Retrofitting. Stuttgart - April 1997.
- [KOH97c] KOHLER,N: Life Cycle Models Of Buildings - a new approach. CAAD Futures '97 - München. 1997
- [KOH98] KOHLER, N; Sustainability of New Work Practises and Building Concepts in Streitz, N., et al. (Eds.), Cooperative Buildings - Integrating Information, Organization, and Architecture. First International Workshop on Cooperative Buildings. Lecture Notes in Computer Science. Springer: Heidelberg, 1998.
- [MAR91] MARSTON, V., K., «Housing rehabilitation projects: a simulation based approach to evaluating the cost ant time implications of alternative strategies», Proceedings of the European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing, Lisbon, September 1991.
- [MEHL94] Mehlhaus, U. (94): Verteilte Programmierung zur Integration von Simulation und Steuerung von Robotern. Dissertation, IPR, Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe, 94.
- [MERM91] MERMINOD,P; KETATA,M: Quick Assessment method MER. In Bezelega, A, Brandon, P: Management, Quality and Economics in Building. CIB Congress in Lisboa 1991, Spon, London.
- [MEY91] MEYER,P: Instandhaltung bzw. Erneuerung und architektonische Qualität von Hochbauten. Schweizer Architekt und Ingenieur, Zürich. Nr.5. 1991,p.87-91.
- [MKFP98] Mansfield, T.; Kaplan, S.; Fitzpatrick, J.; Ted Phelps u.a. ; DSTC; To appear in Journal of Information and Software Technology, Elsevier
- [MOT93] MOTZEL E.: Projektmanagement in der Baupraxis, Ernst Verlag, Berlin, 1993.
- [NIC94] Nicolai, M.: Zur Konfiguration von verfahrenstechnischen Anlagen für das wirtschaftliche Recycling von Bauschutt, Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), 1994
- [OBRI85] O'BRIEN, M et al [1985] Network scheduling variations for repetitive work. Journal of Construction Engineering Management. Vol 111 No. 2 1985. p. 105--116.
- [PAR95] PARSLOE C.J.: Reducing building service costs: an international comparison of design and installation methods. Brachnell. Building Services Research and Information Association BSRIA 1995
- [PEU98] PEUPORTIER ,B; KOHLER ,N; BOONSTRA, C : Life cycle analysis of buildings : The european project REGENER. EUROSOL Conference . 1998
- [PRO96] A PROCESS for Change - The Development of a Generic Design andConstruction Process Protocol", Proceedings of the International Construction Information Technology Conference (InCIT '96), Sydney, Australia, April 1996
- [PRO98] PROCESSprotocol - The Development of a Generic Design & Construction Process Protocol, Projekt der EPSRC's Innovative Manufacturing Initiative (IMI). WWW-Seite <http://www.salford.ac.uk/gdcpp/> Stand 9.6.1998
- [QUAH90] QUAH L.K. ed (1990), Building Maintenance and Modernisation Worldwide Vol I & II, Proceedings of the CIB W70 1990 Singapore Symposium, Longman Singapore Publishers.
- [REIT97] Reithofer, W. (97): Ein System für den modularen Entwurf und die Simulation von K-CIMOSA-Unternehmensmodellen. Dissertation, IPR, Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe, 97.
- [REN94] Rentz, O.; Ruch, M.; Nicolai, M.; Spengler, T.; Schultmann, F.: Selektiver Rückbau und Recycling von Gebäuden, dargestellt am Beispiel des Hotel Post in Dobel, Ecomed Verlag, Landsberg, 1994, ISBN 3-609-69450-5

- [REN97] Rentz, O.; Schultmann, F.; Ruch, M.; Sindt, V.: Demontage und Recycling von Gebäuden - Entwicklung von Demontage- und Verwertungskonzepten unter besonderer Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit, Ecomed Verlag, Landsberg, 1997, ISBN 3-609-69310-X
- [REN98] Rentz, O.; Ruch, M.; Schultmann, F.; Sindt, V.; Zundel T.: Déconstruction sélective - Etude scientifique de la déconstruction sélective d'un immeuble à Mulhouse, Société Alpine de Publications, Grenoble, 1998, ISBN 2-905015-36-5
- [REN98a] Rentz, O.; Pitzini, B.; Schultmann, F.: Audit et déconstruction sélective d'un bâtiment à ossature métallique, Forschungsbericht des Deutsch-Französischen Instituts für Umweltforschung (DFIU), 1998 (unveröffentlicht)
- [REZG96] Rezgui, Y et. al.: "An Integrated Framework for Evolving Construction Models", The International Journal of Construction Information Technology, (4)1, 47-60 (1996). Auch WWW-Seite <http://www.salford.ac.uk/iti/projects/commit/papers/ifecm/ifecm.html>
- [RIC97] RICHTER,P; KOHLER,N; SCHWAIGER,B;BARTH,B: Modellierung des deutschen Gebäudebestandes. Zwischenbericht des DFG Projektes. Karlsruhe 1997.
- [RÖS94] Rösch, W. :Bau-Projektmanagement. R. Müller Verlag, Köln 1994
- [SCH89] SCHROEDER,J. Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände. Schweizer Architekt und Ingenieur, Zürich. Nr.17. 1989,p.449-459.
- [SCH97] Schultmann, F.; Sindt, V.; Ruch, M.; Rentz, O.: Schadstofforientierte Erfassung und Demontage von Gebäuden, in: Abfallwirtschaftsjournal, 3 (1997), S. 38-42
- [SCH98] Schultmann, F: Kreislaufführung von Baustoffen - Stoffflußbasiertes Projektmanagement für die operative Demontage- und Recyclingplanung von Gebäuden, Dissertation, Universität Karlsruhe, 1998, erscheint im: Erich Schmidt Verlag, Berlin
- [SCHA98] H.. Schade: Überprüfung und Überwachung in der Telepräsenz, Dissertation, Universität Karlsruhe, 98
- [SCHL95] Schlicht, H J: Bildverarbeitung digital, Addison-Wesley, 1995
- [SCHM87] SCHMITZ, H et al : Kostengünstige, praxisgerechte, gebäudeschonende Konstruktion und Arbeitstechniken bei der Altbaumodernisierung und deren Wirtschaftlichkeit. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bericht F 2114.1987
- [SCH97] Schultmann, F.; Sindt, V.; Ruch, M.; Rentz, O.: Schadstofforientierte Erfassung und Demontage von Gebäuden, in: Abfallwirtschaftsjournal, 3 (1997), S. 38-42
- [SCH98] Schultmann, F: Kreislaufführung von Baustoffen - Stoffflußbasiertes Projektmanagement für die operative Demontage- und Recyclingplanung von Gebäuden, Dissertation, Universität Karlsruhe, 1998, erscheint im: Erich Schmidt Verlag, Berlin
- [SCHW97] SCHWAIGER B; BARTH, B; KOCH, M; KOHLER,N: Massflow, energy flow and costs of the German building stock. CIB Second international conference Buildings and the Environment Paris June, 9-12, 1997
- [SET93] SETAC :A conceptual framework for Life-Cycle Impact Assessment, Novem, 1993.
- [SIN97] Sindt, V.; Ruch, M.; Schultmann, F.; Rentz, O.: Möglichkeiten zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit aufbereiteter Hochbaurestmassen, in: Müll und Abfall, 4 (1997), S. 192-200
- [SIN97a] Sindt, V.; Ruch, M.; Schultmann, F.; Funk, W.; Rentz, O.: Technisch-wirtschaftliche Bewertung von Verfahren zur Oberflächendekontaminierung, in: Bautechnik, 2 (1997), S. 127 - 131, ISSN 0932-8351
- [SOM94] Sommer, H. :Projektmanagement im Hochbau. Springer Verlag, Berlin 1994
- [SPE94] Spengler, T.: Planungsmodelle zur deckungsbeitragsmaximalen Demontage und Verwertung komplexer Verbundprodukte, Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), 1994, erschienen im: Erich Schmidt Verlag, Berlin, ISBN 3-503-03608-3
- [TAH95] TAH,J.M.; HOWES,R.; IOSIFIDIS, P: Capturing semantic data in CAD for constrction planning. in Product anProcess Modelling in the Building Industry. Scherer (edit) Rotterdam 1995. p. 287-293
- [TEIC90] Teichholz, E.:CAFM: Standards and tools for database management, in: AIPE Facilities Management Operations, Engine, 1990
- [TSM95] Teufel, S; Sauter,C.; Mühlherr,T.; Bauknecht, K.: Computerunterstützung für die Gruppenarbeit; Addison Wesley, 1995
- [VER95] Versteegen, G.: IX 3/95: Alles im Fluß: Die Ansätze der Workflow Management Coalition
- [WAG95] Wagner, Michael: Groupware und neues Management; Vieweg, 1995
- [WEIN93] Weingartner, H: Roboter und Telemanipulatoren für Reinigungs-, Inspektions- und Wartungsaufgaben an Fassaden und auf Dachbereichen; in: Deutsches Architektenblatt; Nr. 11; 1993
- [WEIN94] Weingartner, H: Innovative Fassadentechnologie - Fassadenroboter für Montage, Diagnostik, Instandhaltung; Kongreß: Internationales Forum Innovative Fassadentechnologie; 2. und 4. November 1994
- [WEIN95] Weingartner, H: Fassadenservice per Roboter - Neue Wege in der Fassadeninstandhaltung; in: Computer & Bauen; Beilage zu Leonardo; 4/95
- [WfMC98] WWW-Seite <http://www.wfmc.org>
- [WIE95] WIEDERMANN S.: Kommunikation im Bauprozeß, Dissertation, ETH Zürich, 1995.
- [WITH87] WITHEMAN, E.W., «A Disturbance Scheduling Technique for Managing Renovation Work», Master of Science, Massachusetts Institute of Technology, 1987.
- [Worlds98] WWW-Seite <http://www.dstc.edu.au/TU/wOrlds/>
- [WUP98] Vorstellung der Zwischenergebnisse des Forschungsprojektes "Stoffstromoptimiertes Sanieren von Gebäuden", gefördert vom Ministerium für Bauen und Wohnen NRW, Workshop des Wuppertaler Instituts für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, 13.03.1998
- [YAMA92] YAMASAKI, Y., «Integrated design and construction planning system for Computer Integrated Construction», Automation in Construction 1, p. 21-26, 1992, Elsevier.
- [ZHO95] ZHONG,Q.;THAM,K.W.;MATHUR,K.S.: A conceptual model for construction scheduling cativities based on the application protocol format. in Product anProcess Modelling in the Building Industry. Scherer (edit) Rotterdam 1995. p. 295-301

Ziele:

Im üblichen Bauablauf, der durch Neubaufaufgaben geprägt wird, ist bei Baubeginn die Planung oft noch nicht abgeschlossen -- der Planungsprozeß läuft unter dem Druck der Baustelle weiter. Bei Erneuerung und Umbau unter weitergehender Nutzung dagegen muß die Planung bis ins letzte Detail beendet sein, bevor der Bauprozeß beginnt. Der Improvisationsspielraum im genutzten Gebäude ist sehr klein, die finanziellen Folgen eines beeinträchtigten Betriebs können die Baukosten um ein Vielfaches überschreiten. Der voraussichtliche Bauablauf wird so bereits in relativ frühen Planungsphasen zu einer wesentlichen Größe. Um die Realisierbarkeit eines Projektes einzuschätzen, d.h. seine technische Machbarkeit und Verträglichkeit mit der Nutzung zu bewerten, ist eine neue Kategorie von Planungswerkzeugen erforderlich. Diese Werkzeuge müssen den Planungs- und Bauprozeß von Beginn an kontinuierlich unterstützen und sich in die längerfristige Bewirtschaftungsstrategie des betroffenen Gebäudebestandes einfügen.

Besonders augenfällig ist der Bedarf für solche Werkzeuge in umfangreichen, heterogenen Baubeständen: Die Universität Karlsruhe verfügt über eine große Anzahl von verschiedenartigen, komplexen Gebäuden. Der Ausbauprozeß ist weitgehend abgeschlossen; in den nächsten Jahren werden sehr große Unterhalts-Erneuerungs- und Umbauprojekte auf die Universität zukommen, für die der mittelfristige Aufwand auf 200 Mio. DM geschätzt wird. Eine interdisziplinäre Verknüpfung von Forschung, Erneuerungsplanung und Bewirtschaftung erlaubt in dieser Situation mittelfristig,

- Anforderungen zu erfassen, zu strukturieren und Problemfelder zu identifizieren,
- daraus gewonnene Erkenntnisse in den von Universität / Unibauamt durchgeführten Maßnahmen im Nachhinein zu untersuchen und später experimentell einzubringen,
- insgesamt das Qualität/Kostenverhältnis der Bauaufwendungen der Universität positiv zu beeinflussen

Das Vorhaben „Erneuerung komplexer Gebäude unter Betrieb“ soll am Beispiel der Erneuerungsaufgaben der Universität Karlsruhe geeignete Methoden spezifizieren, um die Planung der Erneuerung besser strukturieren und somit optimieren zu können. Eine möglichst kurze Ausführungsphase, die nur wenige Einschränkungen für die Gebäudenutzung mit sich bringt, stellt das qualitative Ziel dieser Planung dar. Hierzu wird zunächst ein **Handbuch zur Gebäudeerneuerung unter Betrieb** erstellt, in dem eine geeignete Vorgehensweisen beschrieben und Optimierungspotentiale erläutert werden. Anschließend wird in der Universität eine **rechnergestützte Kooperationsplattform** eingerichtet, die eine enge, strukturierte Kommunikation und Zusammenarbeit aller Beteiligten innerhalb und außerhalb der Universität ermöglicht. Zu den spezifizierten Methoden werden hierbei **prototypische Werkzeuge** erstellt, die sich in diese Kooperationsplattform einfügen und die Einsatzmöglichkeiten und Koordinationsaspekte ausloten.

In einem im Anschluß an dieses Vorhaben geplanten Sonderforschungs- oder Sonderentwicklungsbereich soll zunächst an Erneuerungsvorhaben der Universität, deren Ablauf bereits bekannt ist, im Nachhinein der Nutzen weiterer Methoden und Werkzeuge validiert werden. Als zweiten Schritt werden durch den Einsatz in kommenden Erneuerungsprojekten einerseits bereits Einsparungen für die Universität erzielt, andererseits über das Auftragsvolumen der Erneuerung der Universitätsgebäude der Technologietransfer eingeleitet.

Die Arbeiten im Rahmen des Forschungsschwerpunktprogramms sollen hierzu thematisch in drei Themengebiete unterteilt werden, die im folgenden als Teilprojekte 1 bis 3 bezeichnet werden:

TP1	Integration der Projektorganisation baulicher Erneuerung in die langfristige Gebäudebewirtschaftung (Facility Management)
TP 2	Planung der Erneuerung unter Berücksichtigung des nutzer- und produktionsorientierten Umweltschutzes
TP 3	Aufnahme und Simulation zu erneuernder Gebäude

Die drei Teilprojekte agieren auf drei Bereichen, die zusammen den Kern des komplexen Gesamtproblems der Erneuerungsplanung unter Betrieb bilden. Die gemeinsamen Teilziele,

- ein Handbuch zur Optimierung der Erneuerung unter Betrieb,
- die rechnergestützte Kooperationsplattform,
- die prototypisch implementierten Werkzeuge,

werden in enger Zusammenarbeit der Teilprojekte erstellt.

TP 1: Integration der Projektorganisation baulicher Erneuerung in die langfristige Gebäudebewirtschaftung (Facility Management)

Die zentrale Fragestellung des Teilprojektes ist, wie der punktuelle Eingriff durch die bauliche Erneuerung während des Gebäudebetriebs in eine langfristige Bewirtschaftungsstrategie integriert wird. In vielen Fällen werden vor der Erneuerung kaum verlässliche Bewirtschaftungsstrukturen vorliegen; die Erneuerung wird deshalb zum Ausgangspunkt des facility managements.

Projektmanagement

Die zur Zeit praktizierten Methoden des Projektmanagements beim Bauen im Bestand basieren auf beim Neubau gewonnen Erfahrungen. Dabei wird nicht ausreichend berücksichtigt, daß die jeweiligen Informationsflüsse und einander beeinflussenden Abhängigkeiten und Anforderungen – insbesondere wenn zusätzlich dazu das Bauen unter Nutzung betrachtet wird – nur teilweise vergleichbar sind. Ziel der Untersuchungen ist es daher, zunächst diese Abhängigkeiten und Anforderungen zu identifizieren und anschließend spezielle Methoden zu entwickeln, die für die Projektstrukturierung, das Qualitätsmanagement und die Zeitplanung und -kontrolle beim Bauen in genutzten Gebäuden optimiert sind. Durch die wechselseitige Information zwischen Projektmanagement und Ausführungssimulation, kann anschließend eine qualitative Aussage über die Planung getroffen werden, was mit den heute angewandten Methoden nicht möglich ist. Hierbei stellt das Projektmanagement den Anfangswert für den Simulationslauf zur Verfügung.

Gebäudebewirtschaftung - Facility Management

Die Gebäudebewirtschaftung hat die Aufgabe, die aktuellen Daten des Gebäudezustandes zu liefern. Darunter fallen z.B. Flächengrößen mit den erzielten Belegungsquoten, Daten bezüglich der vorhandenen technischen Ausrüstung sowie deren Installationszeitpunkte und Wartungsintervalle oder Hinweise über die Leitungsführung innerhalb des Gebäudes. Diese und weitere Daten werden etwa zur Rentabilitätsberechnung, Projekt- und Ausführungsplanung herangezogen.

Die Integration der Erneuerungssituation in das Facility Management erfolgt dabei über die Beantwortung folgender Fragen:

- Welche Daten müssen während der Nutzungs- und Umbauphase vorgehalten/aktualisiert bzw. vor der Umbauplanung/-maßnahme neu aufgenommen werden, um das Projektmanagement bei seiner Aufgabenstellung wirksam zu unterstützen?
- Wie kann durch frühzeitige Vorgaben über das Projektmanagement an die Planungsbeteiligten die abschließende Dokumentation des neuen Bestandes vereinheitlicht und vereinfacht werden?
- Welches sind die Akteure, ihre Beziehungen, ihre Entscheidungskompetenz, ihre formalen Arbeitsabläufe ?
- Welche Form (alphanumerisch, graphisch) und welchen Umfang muß das Datenmaterial haben?
- Welche Methoden der Workflowmodellierung sollen für schwach strukturierte und nicht repetitive Prozesse verwendet werden ?
- Wie wirken sich Randbedingungen (Stadtplanung, Infrastruktur, Brandschutz, Arbeitsschutz etc.) auf die Projektorganisation und den Projektablauf aus ?

Die Ergebnisse werden abschließend innerhalb des Handbuches in Form eines Pflichtenheftes dem Facility Management und dem Projektmanagement bei der täglichen Arbeit zur Verfügung stehen. Mit der Verknüpfung von Facility Management und Projektmanagement sollen so die Kosten während der gesamten Nutzungsdauer von Gebäuden durch die Verbesserung der Informationsflüsse und der zentralen Datenhaltung reduziert werden.

TP 2: Planung der Erneuerung

unter Berücksichtigung des nutzer- und produktionsorientierten Umweltschutzes

Die Planung der Erneuerung wird zur Zeit vor allem mit ad-hoc-Gliederungen und -Planungsverfahren durchgeführt, die wenig strukturiert sind und daher die für die Erneuerung unter Betrieb notwendigen Erweiterungen nicht aufnehmen können. Inhalt dieses Teilprojektes ist es, geeignete Gliederungen von Gebäudebeständen über Gebäude, Elemente, Bauleistungen, Baustoff- und Bauprozessanalysen zu Vorstufen und Stoffflüssen an die bauliche Erneuerung anzupassen. Damit kann die Belastung von Nutzern, Arbeitern und des Ökosystems über Stoffflüsse (Emissionen, Problemstoffen etc.) untersucht werden und die Grundlagen eines produktions- und nutzerorientierte Umweltschutz gelegt werden. Zusätzlich zu den Stoffflüssen (Elemente, Bauleistungen) müssen aber auch die räumlichen Strukturen, in denen die Prozesse ablaufen, erfaßt werden. Existierende CAD-Systeme, die rein zeichenobjekt-orientiert sind, eignen sich kaum dazu. Es müssen vielmehr neue, schematische Abbildungen wie Lebenszyklusraumbücher, Verteilsysteme (z.B. Darstellen der Zugänge über Graphen) erarbeitet werden, an die sich in Zukunft CAD Systeme durch geeignete Schnittstellen durchaus anschließen könnten.

Der Umbau, die Sanierung und der Rückbau von Bauwerken werfen unter Umweltgesichtspunkten noch spezifische Probleme auf. Bei der baulichen Erneuerung während der Gebäudenutzung liegt ein besonderer Schwerpunkt auf der Vermeidung von Schadstoff- und Lärmemissionen während des Rückbauprozesses. Darüber hinaus ist noch zu klären, wie umweltorientierte Planungsprozesse für die Sanierung und insbesondere den Um- und Rückbau bestehender Gebäude auf Basis der Bestandsdiagnose ausgestaltet werden sollten, so daß Konzepte zur Integration dieser Umweltaspekte in eine techno-ökonomisch effiziente Erneuerung bestehender Gebäude entwickelt werden müssen.

Zielsetzung des Teilprojektes ist die Bereitstellung von folgenden Grundlagen :

- Elementgliederung für Erneuerung und Unterhalt
- damit verknüpftes Datenschema für Bauleistungen (Neubauleistungen, Erneuerungsleistungen, Unterhaltsleistungen, Rückbauleistungen)
- Lebenszyklusraumbuch mit Schnittstellen zu Elementen (CAD) , Bauleistungen (Ablaufplanung), Diagnose und Erfassungsmethoden
- damit verknüpfte Datenbanken für Vorstufen und Problemstoffe
- Bauablaufprozessketten für Erneuerung und Rückbau

TP 3: Aufnahme und Simulation zu erneuernder Gebäude

In diesem Teilprojekt sollen einige für die Planung erforderliche Grundlagen und Werkzeuge geschaffen werden. Speziell sollen die grundlegenden Werkzeuge 'Datenaufnahme' und 'Simulation' entwickelt werden, auf deren Basis anschließend im Rahmen des geplanten SFBs weitere Werkzeuge wie z.B. 'Visualisierung' und 'Automatisierung' hinzukommen.

Gebäudeaufnahme

Bevor mit der Planung zur Gebäudeerneuerung begonnen werden kann, müssen die zur Planung notwendigen Daten ermittelt und aufbereitet werden. Diese Daten sollen die Bestandsaufnahme eines Gebäudes sowie die Erneuerungsplanung unterstützen. Zu ihrer Aufnahme sind die folgenden drei Schritte notwendig:

- **Erfassung:** Zur Bauzustandserfassung werden die Gebäudedaten sensorisch digitalisiert. Die Daten werden in Form von digitalen Photos, Videos, Laserscans und Infrarotkameras multimedial aufgenommen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, ob die Sensoren manuell oder computergestützt gesteuert werden sollen und welche Sensoren sich für die Erfassung am besten eignen. Um entfernte Experten in die Bestandsaufnahme einbinden zu können, soll die Datenerfassung telekooperativ erfolgen.
- **Speicherung:** Die Speicherung der sensorisch erfaßten Daten muß an einem zentralen Ort erfolgen, da verschiedene Projektpartner Zugriff auf die Daten haben müssen. Aus diesem Grund müssen die Daten auf einem Datenbankserver abgelegt werden. Dabei ist der Einsatz einer multimedialen Datenbank für die Ablage der Graphik- und Videosequenzen vorgesehen.
- **Transformation:** Die Daten müssen für den Einsatz in der Simulation aufbereitet werden. Hierzu müssen die zweidimensionalen Bilddaten analysiert und in Oberflächen- bzw. Volumenmodelle umgewandelt werden. Diese Modelldaten können dann zur weiteren Simulation der Gebäudeerneuerung eingesetzt werden.

Simulation

Mit Hilfe von Simulationsprogrammen soll erstens die komplexe Wirklichkeit mit vielen Akteuren, Räumen, Maschinen etc. modellmäßig abgebildet werden. Zweitens sind die geplanten Bauabläufe zu simulieren. Die Ist-Daten für die Simulation können teilweise durch die oben geschilderte 'Datenaufnahme' gewonnen werden. Eine besondere Anforderung an das Simulationswerkzeug ist die flexible Berücksichtigung von Planungsalternativen. Die Bewertung der Simulationsergebnisse muß möglich sein bzgl. der Gesamtbauzeit, dem Aufwand (Kosten, Stoffflüsse, Energie), dem Einsatz von Produktionsmitteln und Arbeitskräften und der Interaktion (Beeinträchtigung) der Betriebsprozesse, etc.

Das Simulationswerkzeug ist derart zu gestalten, daß im anschließenden SFB Visualisierungsprogramme zur Kontrolle und zur intuitiven Informationsvermittlung sowie Werkzeuge zur Untersuchung der Automatisierbarkeit darauf aufbauen können. Da die Simulation die verteilte Bauplanung unterstützen soll, werden Simulationsläufe von anderen Orten aus gestartet werden können.

Arbeitsprogramm:

Die Projektlaufzeit von zwei Jahren wird teilprojektübergreifend in zwei Phasen gegliedert. Die **erste Phase** dient der Planungsstrukturierung und Evaluation von Optimierungspotential und hat ihr Ziel in der Erstellung eines Handbuchs zur Optimierung der Gebäudeerneuerung, das als Meilenstein nach 12 Monaten fertiggestellt sein wird (Bild). Dieses Handbuch soll die in der ersten Phase erarbeitete Methodik zur Ausschöpfung des Optimierungspotentials beinhalten.

Die **zweite Phase** etabliert eine rechnergestützte Kommunikationsinfrastruktur, die als Kooperationsplattform dient. In dieser Plattform werden die Werkzeugprototypen implementiert. Diese Umgebung soll bis zum Projektende nach dem 24. Monat mindestens an einem konkreten vergangenen Projekt baulicher Erneuerung in Karlsruhe erprobt werden. In diesen Zeitplan fügen sich die Arbeitspakete (AP) der Teilprojekte (TP) ein, die in Bild 3 chronologisch angeordnet und in der nachfolgenden Tabelle erläutert sind:

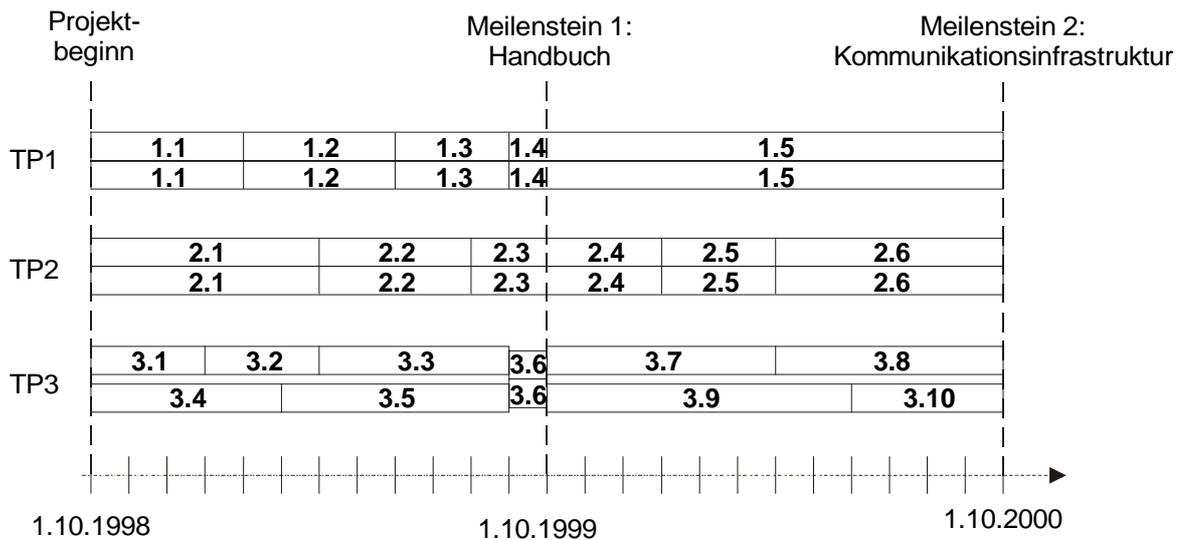


Bild 3. Verteilung der Arbeitspakete und Teilprojekte auf den Antragszeitraum und die sechs Projektmitarbeiter(innen).

TP	Phase 1	Phase 2
1	<p>AP 1.1: Auswahl vergleichbarer bereits abgeschlossener Erneuerungsmaßnahmen (bisherige Projektorganisation, bisherige Dokumentation), rechtliche und haushaltsrechtliche Vorgaben wie Vertragsbedingungen (4 Monate)</p> <p>AP 1.2: Analyse des Veränderungsspielraums und der Informationsflüsse (4 Monate)</p> <p>AP 1.3: Festlegung der Projektbeteiligten und ihrer Kommunikation untereinander sowie der zukünftig anzuwendenden Dokumentationsformen. Überarbeitung der Vertragsbedingungen des Unibauamtes aufgrund der Untersuchungsergebnisse (3 Monate)</p> <p>AP 1.4: Aufbereitung der Ergebnisse als Pflichtenheft (1 Monat)</p>	<p>AP 1.5: Anwendung im Pilotprojekt. Begleitung bei der Einführung des Handbuchs in das Projektmanagement des Unibauamtes, Mitwirkung bei der Auswahl und Begleitung eines geeigneten Pilotprojektes zur Überprüfung der Praxistauglichkeit des Handbuchs. Unterstützung bei der Dokumentation des Pilotprojektes nach den Vorgaben des Handbuchs. Ggf. Anpassung des Handbuchs. (12 Monate)</p> <p><i>Diese Arbeiten können derzeit nicht detaillierter strukturiert werden, da ihre Ausgestaltung vom jeweiligen Pilotprojekt abhängt.</i></p>
2	<p>AP 2.1: Untersuchung der Gliederung von Gebäudebeständen zur Modellierung von Stoffflüssen (6 Monate)</p> <p>AP 2.2: Entwicklung von Kriterien zur Beurteilung der gemeinsamen ökonomisch-ökologischen Eignung von Bauprozessen.</p> <p>AP 2.3: Dokumentation der notwendigen Bestandsinformationen für das Handbuch (2 Monate)</p>	<p>AP 2.4: Aufbereitung von Datenbanken für Vorstufen und Problemstoffe (6 Monate).</p> <p>AP 2.5: Modellierung und Implementierung eines offenen Datenschemas (Lebenszyklusraumbuch) sowie einer Import-/Export-Schnittstelle (6 Monate).</p> <p>AP 2.6: Herleitung eines geeigneten Planungsprozesses für das Pilotprojekt.</p>
3	<p>AP 3.1: Evaluierung der zur Gebäudeerfassung notwendigen Techniken (3 Monate)</p> <p>AP 3.2: Analyse existierender Software für die Datenspeicherung und Entwurf einer Infrastruktur zur Datenerfassung (3 Monate)</p> <p>AP 3.3: Entwicklung verschiedener Bildtransformationstechniken zur Aufbereitung der gespeicherten Gebäudedaten (6 Monate)</p> <p>AP 3.4: Untersuchung der Anforderungen an Simulationswerkzeuge durch Recherchen und Interviews mit Fachleuten (4 Monate)</p> <p>AP 3.5: Bewertung und Auswahl existierender Simulationsprogramme bzgl. Erweiterbarkeit, Anpaßbarkeit und Bewertbarkeit. Konzeption eines Simulationswerkzeugs (6 Monate)</p> <p>AP 3.6: Dokumentation der Erfassungs- und Simulationsstruktur für das Handbuch (1 Monat)</p>	<p>AP 3.7: Implementierung eines Datenhaltungssystems zur Speicherung von sensorisch erfaßten Gebäudedaten innerhalb der Kommunikationsinfrastruktur (6 Monate)</p> <p>AP 3.8: Inbetriebnahme einer prototypischen Datenerfassung und Transformation (6 Monate)</p> <p>AP 3.9: Implementierung und Test des Simulationswerkzeugs unter Verwendung lokal vorhandener Daten (8 Monate)</p> <p>AP 3.10: Anpassung der Schnittstellen des Simulationswerkzeugs zur Einbindung in die verteilte Kommunikationsinfrastruktur (4 Monate)</p>

Der Anwendungsfall wird in Absprache mit dem Unibauamt gewählt; aus augenblicklicher Sicht könnte dies der Umbau des heutigen "Kollegiengebäudes am Ehrenhof" sein. Über den Effekt bzgl. Planungszeit und Qualität des Ergebnisses werden nur ungefähre Aussagen möglich sein, wohingegen der Effekt bzgl. Nutzbarkeit, Bauzeit und finanziellem Aufwand für das gewählte Erneuerungsprojekt quantifiziert werden kann.

Begründung der beantragten Mittel:

Das Forschungsvorhaben beantragt für die interdisziplinäre Arbeit auf den drei Kerngebieten Gebäudeaufnahme und -simulation, Umweltschutz in der Erneuerungsplanung und Integration der Projektorganisation in das Facility Management jeweils zwei halbe Stellen. Dies ist für den beschriebenen Projektumfang die minimale Besetzung, um fundierte Ergebnisse erwarten zu können. Für Implementierungs- und Dokumentationsarbeiten soll jedem Projekt eine studentische Hilfskraft zugeordnet werden. Die Projektleitung wird aus der Grundausstattung des Instituts für Industrielle Bauproduktion gestellt.

Die beantragten Sachausgaben beziehen sich ausschließlich auf laufende Kosten durch Drucker- verbrauchsmaterial, Datensicherungsmedien sowie Druck- und Bindekosten für Projektveröffentlichungen. Reisekosten entstehen im Rahmen der Vorbereitung eines anschließenden Sonderforschungsbereichs durch großen Recherchebedarf bei anderen Forschungsinstitutionen wie den Universitäten in Weimar, Stuttgart und Braunschweig.

Investitionen sind hinsichtlich Softwareupdates auf aktuelle Versionen der benötigten Entwicklungs- und Simulationswerkzeuge sowie für Erweiterungen der Festplatten- und Hauptspeicherkapazität vorhandener Computerarbeitsplätze nötig, um ohne Neuinvestitionen die sehr großen anfallenden Datenmengen verarbeiten zu können.

Karlsruhe, den 16. Juni 1998

(Prof. Dr. ès. sc. techn. Niklaus Kohler)

Anlage 2

Gremienbeschlüsse: