

**Universität Karlsruhe (TH)**  
**Institut für Industrielle Bauproduktion (IfiB)**  
*Dr. ès. sc. tech. Niklaus Kohler*

An die  
Deutsche Forschungsgemeinschaft  
53170 Bonn

**Antrag**  
auf Förderung eines Forschungsvorhabens im Einzelverfahren

## **1. Allgemeine Angaben**

### *1.0 Antrag auf Gewährung einer Sachbeihilfe*

Neuantrag

### *1.1 Antragsteller*

**Dr. ès. sc. tech. Niklaus Kohler**

ordentlicher Professor und Institutsleiter,  
geb. 14.10.1941 Schweizer

Dienstadresse: Universität Karlsruhe (TH)  
Fakultät für Architektur  
Institut für industrielle Bauproduktion (IFIB)  
76128 Karlsruhe  
Tel.: (0721) 608 2166

Privatadresse: Gluckstr. 18  
76185 Karlsruhe  
Tel.: (0721) 55 46 25

**Dr.-Ing. Peter C. Lockemann**

ordentlicher Professor  
geb. 17.11.1935 Deutscher

Dienstadresse: Universität Karlsruhe (TH)  
Fakultät für Informatik  
Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD)  
76128 Karlsruhe  
Tel.: (0721) 608 3968

Privatadresse: Odenwaldstraße 18  
75203 Königsbach  
Tel.: (07232) 31 14 89

## 1.2 Thema

"Planungsplattform für dynamische Gebäude"

## 1.3 Kennwort

"Dynamische Gebäude"

## 1.4 Fachgebiete

Architektur: Computer Aided Architectural Design (CAAD), Lebenszyklus von Gebäuden (LCA)

Informatik: Datenbanksysteme, kooperative, verteilte Systeme, Middleware, komponentenbasierte Software

## 1.5 Voraussichtliche Gesamtdauer:

- |                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| a) Beginn des Vorhabens:          | 01.10.1998 |
| b) Förderungsbeginn:              | 01.10.1998 |
| c) voraussichtl. Gesamtdauer:     | 3 Jahre    |
| d) voraussichtl. Förderungsdauer: | 3 Jahre    |

## 1.6 Antragszeitraum:

3 Jahre, 01.10.1998 - 30.09.2001

## 1.7 Vorgesehener Beginn der Förderung durch die DFG:

01.10.1998

## 1.8 Zusammenfassung

Die Planung von Gebäuden muß den gesamten technischen Lebenszyklus von der Planung über Bau, Betrieb und Erneuerung bis hin zur Entsorgung einbeziehen. Gebäudeplanung ist ein inhaltlich komplex vernetzter, aber zugleich fortwährender, über den gesamten Lebenszyklus andauernder Prozeß. Zukünftige Gebäudeplanungsprozesse weisen daher eine zunehmende Zahl Beteiligter auf, verbunden mit der Notwendigkeit eines immer diversifizierteren Spezialwissens. Die Gebäudeplanung wird so durch Arbeitsteiligkeit und resultierend durch Zwang zur Kooperation einer immer größeren Zahl von Beteiligten geprägt.

Für die beschriebene Planungssituation genügt die bisherige Unterstützung der produktionsnahen Teilbereiche im Planungsprozeß durch die Mittel der Informatik nicht mehr. Schon heute ist für die planerische Seite eine sehr heterogene Landschaft an Beteiligten, Expertenwissen, Techniken, Vorgehensweisen, Darstellungs- und Kommunikationsmitteln charakteristisch. Eine zukünftige, optimierte Bauplanung muß nicht nur mit dieser Heterogenität umgehen können, sie muß sich zugleich Herausforderungen wie der verteilten und kooperativen Planung, neuen Bauprozessen oder der Integration informationstechnischer Gebäudefunktionen stellen. Diesen Herausforderungen müssen Architektur und Informatik gemeinsam durch neue Methoden und Werkzeuge begegnen. Dies wiederum bedarf eines interdisziplinären Vorgehens.

Den Herausforderungen soll durch einen Planungsrahmen begegnet werden, dem die Metapher des *Dynamischen Gebäudes* als eine alle Aspekte des Gebäudes umfassende Betrachtungsweise zugrunde liegt. Sie soll als räumliches, komponentenbasiertes Betrachtungsmodell eine Brücke zwischen informationstechnischer Darstellung und "klassischer" Gebäudeplanung schlagen. Alle Planungs-, Kommunikations-, Betriebs- und Alterungsvorgänge werden in diesem virtuellen dynamischen Gebäude abgebildet. Die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure geschieht hier nicht beschränkt auf drei geometrische Dimensionen, sondern es werden über weitere Dimensionen

eine Vielzahl zusätzlicher Gesichtspunkte im Gebäudelebenszyklus dokumentiert. Die Hypothese dieses Vorhabens ist, daß sich mit dem Dynamischen Gebäude die vielfältigen Zusammenhänge der Planungscharakteristika trotz ihrer Komplexität für die unterschiedlichen Akteure in einer intuitiv verständlichen Art und Weise darstellen lassen.

Im Rahmen des Projektes soll das Szenario von Dynamischen Gebäuden nicht gleichmäßig über den gesamten Lebenszyklus verfolgt, sondern der Schwerpunkt auf die Gebäudeentwurf gelegt werden. Auf diese Weise können die Antragsteller einerseits Erfahrungen sammeln, die aussagekräftige Rückschlüsse auf das Gesamtszenario ermöglichen, andererseits bereits einen Softwareprototypen erstellen, an dem der Nutzen der Dynamischen Gebäude plausibel zu demonstrieren ist.

### *1.9 Zur Zeit laufende/beantragte Beihilfen der DFG zu anderen Themen:*

- Kohler: --- Modellierung des deutschen Gebäudebestandes  
Laufzeit: 10.95 - 10.98  
als Mit Antragsteller mit Prof. P. Richter
- Lockemann: --- Lo 296/15-1, 15-2 Konstruktion von Mediatoren- und Wrappingdiensten, bis 9/98, Verlängerung beantragt  
--- SFB 346 Projekt A1 - GOM, bis 12/99  
--- SPP Schu 1223/1-1, V<sup>3</sup>D<sup>2</sup> Universitätsbibliotheken als Informationsvermittler: Neue Informationsinfrastrukturen, bis 7/99  
--- Forschergruppe Ti 264/2-1 Resh, Teilprojekt L1, bis 3/2000

## **2. Stand der Forschung, eigene Vorarbeiten**

### *2.1 Stand der Forschung*

#### **Datenmodellierung.**

Von Bedeutung sind an dieser Stelle die Ansätze zur Datenmodellierung für das komplexe Anwendungsfeld des Bauwesens, da die Umsetzung derartiger Modelle auf Datenbasisschemata zum Standardrepertoire der Informatik zählt. Alle Ansätze bedienen sich einer Kombination von Transformation zwischen anwendungsspezifischen Teilproduktmodellen und dem Bemühen um ein allumfassendes, einheitliches Produktmodell.

COMBINE 2 [Aug95] versucht, mit "IDM" ein integriertes Produktmodell zu etablieren, in das oder aus dem andere Sichten gewonnen werden können. Durch einen Ausbau des IDM auf alle Bereiche wäre jedoch absehbar die Komplexität nicht mehr handhabbar. Die Industry Foundation Classes [IAI97] bemühen sich im weltweiten Verbund der "International Alliance for Interoperability" um die Definition eines einheitlichen Produktmodells, das in späteren Versionen auch dynamische Aspekte des Gebäudes modellieren soll. Die Erfolgsaussichten lassen sich derzeit noch nicht absehen; in der zweiten Jahreshälfte werden erste Implementierungen der IFC Release 1.5 im Markt erwartet, wobei die Aktivität weitgehend im englischen und deutschen Sprachraum, jüngst zunehmend in Frankreich und Japan liegt. Auch steigt die Komplexität des Modells durch die abzusehenden Erweiterungen für Bereiche wie Kostenplanung, Infrastruktur, Simulation und Tragwerk entscheidend an. Erst in der Version 3.0 sind dynamische Aspekte des Planens und Bauens zu erwarten [IAI98]. Die IFC-Definitionen und ihrer Erweiterungsschnittstellen weisen eine Verwandtschaft zu den vorhergegangenen Projekten ATLAS [Böhms94] und COMBI [ToCEE98, Sche96] auf, die ebenfalls eine mehrschichtig strukturierte Datenmodellierung mit einem überschaubaren Kernmodell vorsehen. Um die Probleme bei der Weiterentwicklung von STEP - EXPRESS zu überwinden, wird versucht, Interproduktmodellansätze auf einer höheren Stufe zu implementieren [STE97], [JUN97a-c]. Das REMAP-Projekt [REMAP97] hat die Zielsetzung, ein gemeinsames Produktmodell anzubieten und die Kopplung über STEP-Schnittstellen zur Online-Kommunikation durchzuführen. Durch die Einführung eines Revisionsmanagement sind 25 % Einsparung im Planungsablauf zu erwarten. 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 von Gebäuden.**

Das Problem der Alterung der Gebäudebestände der industrialisierten Staaten wurde seit Ende der 80er Jahre thematisiert [KAND89, SCH89, BOW89, BFK93, MEY91, EQK97, RIC97]; entsprechend entstanden Arbeiten zur Abschätzung des Modernisierungsbedarfes [Brif89, KAND89, QUAH90, BRI91, BEZ91, PAR95, BAR97]. Die Betrachtung der Lebenszykluskosten beginnt mit [DHIL89] und [CLAU89]. 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 Kopplung 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]. Die Leistungsbeschreibung eines Gebäudes enthält eine viel größere Anzahl von relevanten semantischen Informationen [BJOR92], ohne daß diese bisher jedoch in der Praxis genutzt worden wären. Ganzheitliche Bauprojektbetrachtungen über den gesamten Lebenszyklus sind bisher nur ansatzweise angestellt worden [BVH94, DYLL80]. Arbeiten am "Zentrum für Integrierte Planung im Bauwesen" der ETH Zürich berühren den Lebenszyklus [WIE95], jedoch nur für den Vorgang der Neubauplanung.

### **Visualisierung virtueller Gebäude, Mehrbenutzer-Technologie.**

Die Nutzung der Metapher des dynamischen Gebäudes im vorliegenden Vorhaben macht eine Visualisierung und die Unterstützung der Kooperation der unterschiedlichen Bearbeiter im Gebäudelebenszyklus erforderlich. Ein Visualisierungsansatz hierzu bietet VRML97 als mittlerweile ISO-standardisierte Beschreibungssprache für virtuelle Szenen. Allerdings ermöglicht VRML97 heute nur gewisse Interaktionen zwischen *einem* Benutzer und den Objekten der virtuellen Szenerie. Die Idee von Mehrbenutzerwelten auf VRML-Basis impliziert ein Interaktionsmodell und einen Satz von Kommunikationsanordnungen, die komplexer sind, als sie im ersten Augenblick erscheinen. Weiterhin bieten heutige gemeinsam erlebte virtuelle Umgebungen (GevUs) keine Persistenz und keine funktionalen Bezüge zu Welten außerhalb ihrer Grenzen.

Multiuser-Technologien (MUTECHs) auf VRML-Basis etwa von *blaxxun interactive* gestatten die gemeinsame Nutzung virtueller Szenarien durch einige Dutzend Benutzer. Zusätzlich werden Interaktion zwischen diesen Anwendern und die automatische Aktualisierung relevanter Änderungen der gemeinsamen Welt auf beliebig verteilte Clients ermöglicht. Dabei muß ein über die Funktionalität von VRML weit hinausgehender Implementierungsaufwand mit Hilfe zusätzlicher niedriger Protokolle wie HTTP, FTP oder Socket-Verbindungen mit Java betrieben werden. Hier erweist sich die Zustandslosigkeit von HTTP als Hindernis für einen robusten Mehrbenutzerbetrieb in einem verteilten Entwurfssystem, das die Kooperation zwischen Entwerfern und Benutzern in einer konsistenten Weise unterstützt.

Grundlagen für eine ganze Reihe künftiger Protokollstandards für verteilte virtuelle Umgebungen verspricht das VRTP (Virtual Reality Transfer Protocol), das allerdings bisher lediglich als Spezifikation vorliegt und Konzepte für den weltweiten Datentransfer für VR-Anwendungen umreißt. Auch im Rahmen der VRML99-Spezifikation bahnen sich weitere Neuerungen an, wie VSPLUS: eine Mehrbenutzer-Bibliothek auf Basis von SONYs Community Place, und DWTP: Distributed Worlds Transfer and Communication Protocol. Angesichts der Komplexität von Mehrbenutzerwelten sind standardisierte Schnittstellen zwingend erforderlich: Die Funktionalität mehrerer Sprachen muß

verbunden werden (VRML97 mit EAI, HTML, Java/Java3D, JavaScript, C, ...). Die Steuerung durch willkürlich handelnde Benutzer muß mit selbständig agierenden oder reagierenden Java-Applets synchronisiert werden. Hier besteht noch Entwicklungsbedarf, der sich in unserem Vorhaben durch die zugrundeliegende Metapher des dynamischen Gebäudes spezialisieren läßt und damit Chancen für eine Umsetzung im Laufe unseres Vorhabens erwarten läßt.

## **Kooperatives Arbeiten**

Zusammenarbeit ist nicht allein eine Angelegenheit der Präsentationsebene, sondern bedarf auch eines verteilten, auf einem Informationssystem basierenden Frameworks. In der Literatur sind hierzu unter dem Begriff von kooperativen Informationssystemen [DeM97] Ansätze zu finden, deren Schwerpunkte auf der Unterstützung von Gruppenarbeit und der Adaptierbarkeit von Änderungen liegt. CoopWARE [My196] bietet eine Integrations-architektur basierend auf aktiver Datenbanktechnologie. Ein zentrales Datenrepository mit einem integrierten Schema liefert Datenintegration und Konsistenz, während über sogenannte ECA-Regeln Abhängigkeiten zwischen verschiedenen interagierenden Komponenten kontrolliert werden. Der Ansatz scheint jedoch noch hauptsächlich auf einen einzigen Benutzer, der mit verschiedenen Tools interagiert, ausgerichtet zu sein.

Die theoretischen Grundlagen und methodischen Ansätze für computergestützte kooperative Arbeit werden generell im Fachgebiet CSCW (Computer Supported Cooperative Work) untersucht und dort in sog. "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 Unterstützung der Arbeit ist mit diesem Ansatz nicht möglich, was für uns nicht ausreichend sein wird. Im Vordergrund des Forschungsprojektes Worlds/Orbit [Worlds98] steht hingegen die Entwicklung eines CSCW-Systems, welches die Teammitglieder sowohl beim evolutionären Aufbau eines Kooperations szenarios als auch bei der inhaltlichen Arbeit unterstützen soll. In Orbit treffen sich Benutzer in sogenannten "locales", Gebieten mit einem bestimmten thematischen Fokus, zusammen 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. Diese sehr allgemeinen Ansätze stellen einen generellen Ausgangspunkt für die Unterstützung von Kooperation dar, welche für dynamischen Gebäude angepaßt, spezifischer gestaltet und damit ggfs. effektiver angewandt und umgesetzt werden können. 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 Ereignis-behandlung 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 computer-gestützten 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].

## **Verteilte Systeme.**

Als Basis für eine verteilte objektorientierte Architektur, wie sie auch im beantragten Vorhaben gefordert ist, bietet sich der Einsatz von Middleware ([Bern96, ÖRV96, Tres96]), um den Zugriff auf die heterogenen und verteilten Datenbestände transparent für die Anwendungen zu handhaben. Als Middleware stellt CORBA ([BenN95] [SoKe95]) einen Standardisierungsansatz dar, der Zugriff auf

verteilte Objekte erlaubt. Eine mögliche Realisierung der interaktiven Benutzerschnittstelle über Mechanismen des WorldWideWeb erfordern den Zugriff von dieser Schnittstelle auf die zugrundeliegenden Datenbanken, wozu es verschiedene Ansätze gibt [BeGr98]. Allerdings wird der Weg von der WWW-Schnittstelle auf die Datenbasen nur für eingeschränkte Fälle ausreichend sein, im allgemeinen läßt sich nur in Verbindung mit entsprechender Middleware die benötigte Flexibilität und Mächtigkeit einer verteilten Entwurfsumgebung erreichen. Die technische Problematik der Kopplung eines CORBA Objektbus mit einem objektorientierten Datenbanksystem wird in [SchmW98] diskutiert.

## Literatur

- [APPE97] Appelt, W., Sprenger, M.: Kurzeinführung in das BSCW System, GMD Projektpapier  
 [Aug95] Augenbroe, G.L.M.: Combine2 - EU DG XII Joule. TU Delft. Delft 1995. p. 92 Final Report No. Contract JOU2-CT92-0196
- [BRAU96] Braunschweig, A.; Förster, R. ; Hofstetter, P.; Müller-Wenk, R. : Developments in LCA Valuation. IÖW Diskussionsbeitrag Nr.32. St.Gallen 1996.
- [BeGr98] Benn, W.; Gringer, I.; Zugriff auf Datenbanken über das World Wide Web. Informatik-Spektrum 21:1. 1998, pp. 1-8
- [BenN95] Ben-Natan, R.: CORBA: A Guide to Common Object Request Broker Architecture. McGraw 1995
- [Bern96] Bernstein, P.A.: Middleware: A Model for Distributed System Services. Comm. ACM 39:2, pp. 86-98, 1996
- [BEZ91] Bezelega, A, Brandon, P [1991] Management, Quality and Economics in Building. CIB Congress in Lisboa 1991, Spon, London.
- [BFK93] BFK - Bundesamt für Konjunkturfragen. Impulsprogramm Bauliche Erneuerung: Gebäudebewirtschaftung. EDMZ, Bern 1993.
- [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).
- [Böhms94] Böhms, M., Storer, G.: ATLAS - Architecture, Methodology and Tools for computer-integrated large Scale Engeneering. Proceedings JSPE-IFIP WG 5.3 Workshop, Tokio 1994. Auch WWW-Seite <http://www.twente.research.ec.org/esp-syn/text/7280.html>, Stand 3.3.98
- [BOW89] Bowen, P.A., Erwin, G.J. (1989). Cost Modelling of Design Alternatives Using Expert Systems, in Building Maintenance & Modernisa-tion Worldwide, Vol.2, pp. 1125-1134. Longman, Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- [BRAU96] Braunschweig, A; Förster,R ; Hofstetter, P; Müller-Wenk,R : Developments in LCA Valuati-on. IÖW Diskussionsbeitrag Nr.32. St.Gallen 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 In-formatik der Technischen Universität Clausthal, 1996
- [BSU97] Forschungsprojekt LEGOE: Umweltorientierte Planungsinstrumente für den Lebenszyklus von Gebäuden. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. 1996- BVH94] Betriebskosten von Hochbauten, Orientierungswerte für Staatliche Gebäude Hrsg.: Finanzministerium Ba-den-Württemberg, Stuttgart 1994
- BVH94] Betriebskosten von Hochbauten, Orientierungswerte f ür 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
- [COM98] "COMMIT - Construction Modelling and Methodologies for Intelligent information inTegration", 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
- [DeM97] G. DeMichelis et al.: Cooperative Information Systems: A Manifesto. In: M. Papazoglou and G. Schlageter (eds.) Cooperative Information Systems Trends and Directions. Academic Press, 1997
- [DHIL89] Dhillon, B.S.: Life cycle costing, New York 1989
- [DIN95] DIN 276: Kosten von Hochbauten. 1995
- [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 Nachhal-tigkeit. Fundamente für die Gesellschaft von morgen. Hrsg. Deutscher Bundestag. Bonn 1997
- [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
- [HAS96] Hassler, U ; Kierdorf, A : Industriekultur und Denkmalpflege . Zur Geschichte des Umgangs mit Indu-strieller 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,
- [IAI97] International Alliance for Interoperability: "Industry Foundation Classes Release 1.5", IAI Members CD mit Spezifikation in 4 Bänden, 1997
- [IAI98] International Alliance for Interoperability: "archPR", WWW-Seite <http://iaiweb.lbl.gov/archPR.htm>, Stand 1.5.98
- [ISO95] ISO : ISO14001 Environmental Management System . Draft Standard. 1995
- [ISO97] ISO/TC207/SC5: Life cycle assessment - principles and guide lines (ISO CD 14 040.2) Draft 1997) .
- [IWC91] International Workshop on Computer Building Representation for Integration. Aix-les-Bains 1991.
- [JUN97a] Junge, R.; Liebich, T.: Product data model for interoperability in a distributed environment. CAAD futures 97 München pp 571-590
- [JUN97b] Junge, R; Köte, M; Schulz, K .; Zarli, A .; Bakkeren, W.: The VEGA platform , CAAD futures 97 München, pp 591-616
- [JUN97c] Junge, R.; Steinman, F.; Beetz, K. : A dynamic product model, CAAD futures 97 München, pp 617- 634
- [KAND89] Kandel, Prof. Dipl. Ing. Lutz, Linhardt, Dipl. Ing. Achim, Röth, Dipl. Ing. Jürgen Baukostensenkung und Folgekosten F2127 - Bauforschungsberichte des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, IRB Verlag Stuttgart, 1989
- [MAR91] Marston, V. K.: Housing rehabilitation projects: a simulation based approach to evaluating the cost and time implications of alternative strategies. Proceedings of the European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing, Lisbon, September 1991.
- [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, 87-91.
- [MKFP98] Mansfield, T.; Kaplan, S.; Fitzpatrick, J.; Ted Phelps u.a. ; DSTC; To appear in Journal of Information and Software Technology, Elsevier
- [MyI96] J. Mylopoulos et al.: A Generic Integration Architecture for Cooperative Information Systems. In Proc. First IFCIS Intl. Conf. on Cooperative Information Systems (CoopIS), 1996, pp. 208-217
- [ÖRV96] Österle, H.; Riehm, R.; Vogler, P.: Middleware. Vieweg, 1996
- [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
- [PRO96] A PROCESS for Change - The Development of a Generic Design and Construction 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.
- [REMAP97] Distributed Revision Management in Plant Design (REMAP). ESPRIT Projekt Nr. 20.270. WWW-Seite <http://remap.arcs.ac.at>, Stand 30.10.97
- [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/lifecm.html>
- [SCH89] Schroeder, J. Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände. Schweizer Architekt und Ingenieur, Zürich. Nr.17. 1989, p.449-459.
- [Sche96] Scherer, R. J., Sparacello, H.-M. (Hrsg.): COMBI Final Report, Computer-Integrated Object-Oriented Model for the Building Industry. EU/CEC ESPRIT Project 6609 , Dresden 1996. Auch WWW-Seite <http://www.cib.bau.tu-dresden.de/combi/>, Stand 1.5.98
- [SET93] SETAC :A conceptual framework for Life-Cycle Impact Assessment, Novem, 1993.
- [SchmW98] Schmauch, C.; Waibel, B.: Warten auf den „Object Database Adapter„. OBJEKTSpektrum, Januar/Februar 1998, pp. 55ff.
- [SoKe95] Soley, R.M., Kent, W.: The OMG Object Model. In Kim, W.: Modern Database Systems. Addison-Wesley, 1995
- [STE97] Steinmann, F.: „Modellbildung und computergestütztes Modellieren in frühen Phasen des architektonischen Entwurfs„. Promotion HAB Weimar, 1997
- [TAH95] Tah, J.M.; Howes, R.; Iosifidis, P: Capturing semantic data in CAD for construction planning. in Product and Process Modelling in the Building Industry. Scherer (edit) Rotterdam 1995. p. 287-293
- [Tres96] Tresch, M. \_ Middleware: Schlüsseltechnologie zur Entwicklung verteilter Informationssysteme. Informatik-Spektrum 19:5, 1996, pp. 249-256
- [ToCEE98] Wasserfuhr, R., Katranuschkov, P.: ToCEE - Towards a Concurrent Engineering Environment in the Building and Engineering Structures Industry. Industrial RTD Project (ESPRIT). WWW-Seite <http://bci10.bau.tu-dresden.de/tocee>, Stand 1.5.98
- [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
- [WfMC98] WWW-Seite <http://www.wfmc.org>
- [WIE95] Wiedermann, S.: Kommunikation im Bauprozess, Dissertation, ETH Zürich, 1995.
- [Worlds98] WWW-Seite <http://www.dstc.edu.au/TU/worlds/>
- [Zarli97] Zarli, A. (Hrsg.): VEGA - Virtual Enterprises using Groupware tools and distributed Architecture. WWW-Seite <http://cic.sop.cstb.fr/ILC/ecprojec/vega/HOME.htm>, Stand 12.5.97

## 2.2 Eigene Vorarbeiten

### IFIB

Die Lebenszyklusproblematik wird am IFIB unter verschiedenen Aspekten untersucht: Die Energie- und Stoffflußbilanzierung von Gebäuden während ihrer Lebensdauer wurde im Rahmen einer Anzahl von nationalen und internationalen Projekten verwirklicht. Grundlage waren die Methoden der Lebenszyklusanalyse (LCA) [HEI92],[SET93]. Die Modellierung der Stoffströme im Gebäudebestand wird im Rahmen eines DFG Projektes [RIC97], [SCH97] und einer Studie für die Enquête-Kommission des deutschen Bundestages zum Schutz von Mensch und Umwelt [EQT96], [SCH97] realisiert. Die Verbindung zwischen CAD, Kostenplanung, Ökobilanzierung und Energiebedarfsberechnung wird zur Zeit im Rahmen eines von der Bundesstiftung Umwelt geförderten Verbundprojekts mit Industriepartnern verwirklicht [BSU97]. Grundlage sind die zur Zeit üblichen Standards für Kosten [DIN 95], Energie [CEN92] und Umweltbelastung [SET93]. Die Prozeßsimulation von Bauprozessen, vor allem in der baulichen Erneuerung auf Grund von Diagnosemethoden auf Elementstufe, wurde im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der ETH Lausanne, Lehrstuhl Operations Research [KLI91], [GLA94] und der französischen Baufirma DUMEZ erarbeitet [GLA96] und prototypisch auf Baustellen implementiert.

Semantische Grundlage des Gebäudemodells bildet das am IFIB entwickelte Lebenszyklusproduktmodell. Es baut auf einer erweiterten und verbesserten Elementgliederung auf. Die Erkenntnisse der Systematik der CRB-Elementkosten-gliederung [CRB96], [DUE96] und der Verknüpfung von Elementen mit Bauleistungen und Vorstufen werden integriert und an deutsche Gliederungen angepasst [DIN95]. Die Möglichkeit der Aggregation (für Gebäudeteile, Gebäude und Gebäudebestände), die Kombination von realen mit virtuellen oder angenommenen Elementen, die vollständige Verkettung mit Vorstufendaten und Schadstoffen können von entsprechenden Modulen genutzt werden. Eine große Anzahl von Bewertungen werden über Verknüpfung mit anderen Daten möglich (Energie, Umwelteinwirkungen, humantoxikologische Auswirkungen, Kosten, Brandschutz) [KLI96], [KLI97], [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 z.B. mittels Industry Foundation Classes (IFC) realisiert werden [KOH95], [KOH97a-c], [KOH98].

### IPD

Das IPD einschließlich seiner Forschungsgruppe im Forschungszentrum Informatik hat seinen Schwerpunkt bei verteilten und kooperativen, datenintensiven Anwendungen. Im Zusammenhang mit dem beantragten Vorhaben sind die folgenden Themengebiete von Interesse.

1. Der von Maschinenbau und Informatik gemeinsam getragene SFB 346 für die rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen stützt sich maßgeblich auf eine datenbankgestützte objektorientierte Integrationsplattform ab. Ein Produkt-/Produktionsmodell PPM stellt den Standard dar, nach dem die Anwendungen die Integration betreiben. Aus Datenbanksicht kann das PPM als konzeptuelles Modell gesehen werden, das auf ein Datenbankmodell (GOM [Kemp93]) abgebildet wird. An der Entwicklung des PPM hat die Gruppe maßgeblichen Anteil gehabt und dort ihre breite Erfahrung in der Datenmodellierung eingebracht. [Kilg95, Moer94].

2. Die in CIM-Anwendungen zu beobachtende geographische Verteilung der Objekte und die Kooperation zwischen den Objekten wird im Objektmodell von GOM durch ein sog. Allianz-Modell erfaßt, das den üblichen synchronen Nachrichtenaustausch zwischen Objekten über sog. Allianzen lenkt, die dabei die Einhaltung kollektiver Zwangsbedingungen für die Interaktion erzwingen. Allianzen lassen sich als ein Konzept zur Erfassung des kollektiven Verhaltens von Objektgesellschaften deuten. Allianzen sind verteilungstransparent, bieten daher also eine geeignete Konzept- und Sprachebene, um darunter die Verteilung in einem Netz zu regeln. Allianzen können darüberhinaus als technische Grundlage für Workflow-Managementssysteme genutzt werden [Ciup96, Kell94, Lock94, Lock95b].



3. Kooperatives Verhalten basiert auf dem sog. Multi-Peer-Paradigma, bei dem jeder Akteur von sich aus die Initiative ergreifen kann und jeder Akteur auch sein Umgebung beobachten muß. Ein derartiges aktives Verhalten setzt einen Ereignismechanismus voraus. Mit diesem Mechanismus beschäftigt sich die Gruppe im Bereich verteilter Ereignisentdeckung und -behandlung durch ECA-Regeln, dies besonders im Rahmen der CORBA-Standardisierung und dem Einsatz von Object Brokern in verteilten Umweltinformationssystemen. Insoweit können Allianzen auch als Wertschöpfung auf der Basis eines Ereignismechanismus gedeutet werden [KosL98, ACTN96, Bült96, Kemp94].
4. Als technische Plattform für verteilte, heterogene Objektsysteme wird heute weithin CORBA angesehen. Das IPD führt laufend umfangreiche Versuche mit ORB-Produkten im Rahmen eines Umweltinformationssystems und des SFB346 durch. Auch das Allianz-Modell wurde in verschiedenen Varianten auf einem ORB-Produkt implementiert, um Erfahrung mit deren Leistungsverhalten zu gewinnen. In den aktuellen Projektarbeiten des SFB346 wird eine verteilte Architektur des Gesamtsystems auf der Basis des integrierten zentralen PPM mit einer CORBA-Objektbus behandelt [Hill98]. Große Erfahrung besitzt die Gruppe auch in der Integration und Interoperabilität heterogener Informationsquellen, in denen CORBA-, Web, Java-, Katalog- und Thesaurustechniken zusammenwirken [Bült95, Kram96, Lock97].
5. Der Zugang und das Management von verteilten heterogenen Datenquellen werden in den Projekten MAGIC und Digital Library durch verteilt vorliegende Agenten unterstützt. Besonders untersuchte Agententypen sind Mediatoren zur Zusammenführung und Homogenisierung von Datenstrukturen aus verschiedenen Informationsquellen [Koe98] sowie Trader zur Lokalisierung mittels (Meta-) Informationen über in der verteilten Umgebung erreichbare Informationen, z.B. Literatur in einem Netz von Bibliotheken, und zum transparenten Zugriff auf die Informationsquellen, z.B. digitale Dokumente. Im Digital Library-Projekt wird zudem die möglichst weitgehende automatische Generierung von Wrappern für die Informationsquellen, vor allem für Web-Dokumente, verfolgt sowie als Benutzeroberfläche mit einer virtuellen Bibliothek experimentiert, die damit eine geeignete, leicht verständliche und intuitiv handhabbare Benutzungsmetapher liefern soll.
6. Componentware-basierte Workflows verfolgen das Ziel, Ansätze zu komponentenbasierter Software-Architektur zu erweitern um entsprechendes zusätzliches Wissen über die dynamischen Abläufe in den Anwendungen. Verallgemeinert wird dieser Ansatz durch separate Modellierung verschiedener Aspekte, durch die, zusammengewoben, ein flexibles, leicht änderbares Anwendungssystem entwickelt werden kann [Schm97a, Schm97b].

### **Gemeinsame Arbeiten von IFIB und IPD**

Grundlage des ArchE-Projektes zur Integrierten Gebäudeplanung war ein mehrdimensionaler A4-Datenraum, der die Daten über ihre physikalisch-räumliche Ausdehnung hinaus auf den weiteren Dimensionen Zeit, Maßstab, Auflösung, Teilsysteme, Morphologie, Nutzer und Alternativen beschreibt [Hove94]. Diese tiefere räumliche Modellierung erlaubt insbesondere eine einheitliche Erfassung räumlicher, raum-zeitlicher Gegebenheiten und von Abstraktionen und Detaillierungen innerhalb des Datengefüges. Das Datenmodell führt so über die Konzepte räumlicher *Nachbarschaften* und *Kollisionen* zu einer einheitlichen Betrachtung von Anfragen, Navigation, Konsistenzprüfungen, Interaktion und Kooperationsverhalten [Lock95a, Stur95, Stur97a, Stur97b].

Damit war die konzeptionelle Basis für eine Kommunikationsstruktur geschaffen, die die räumliche Interpretation von Abhängigkeiten aller Art zwischen Baukomponenten ermöglicht. Im ArchE-Softwareprototyp können Bauteile mit Benutzungsschnittstellen versehen werden, die innerhalb des geplanten Gebäudes aktiv werden und die Eigenschaften der Bauteile beeinflussen können. Insbesondere können die Benutzungsschnittstellen externe Software aktivieren, so daß eine Verknüpfung zwischen räumlicher Anordnung in einem geplanten Gebäude und aktivem Verhalten durch Software gegeben ist [Hov98]. Die Versuche mit dieser Verknüpfung waren sehr vielversprechend und initiierten die Metapher der Dynamischen Gebäude, die auf die nahtlose Integration von Software und Gebäude abzielt.

Das ArchE-Projekt ist somit idealer Ausgangspunkt des beantragten Vorhabens. Jedoch beschränkte sich das Projekt auf eine rein bauteilorientierte Betrachtung der Architektur mittels des Gebäudebaukastens MIDI und des Installationsmodells ARMILLA. Im Falle von MIDI bedeutete diese

Betrachtung darüber hinaus die Beschränkung auf eine orthogonale Geometrie. Dreidimensionale und Virtual-Reality-Ausgaben sind als Exportfunktionen möglich, erlauben aber keine Bearbeitung der Daten. Vor allem aber war ArchE auf die frühen Entwurfsphasen beschränkt. Aus heutigem Kenntnisstand kommen dadurch die Kooperations- und Verteilungsaspekte zu kurz, die aus der hohen Anzahl der Beteiligten in den späteren Planungsphasen resultieren. Die interessanten Ansätze zur Einbeziehung aktiven Komponentenverhaltens werden aber erst in eben diesen späteren und detaillierteren Planungsphasen relevant. Daher wird die neue Metapher auf Basis der ArchE-Vorarbeiten, kombiniert mit dem Verzicht auf die Anwendungsbeschränkung auf MIDI und ARMILLA, einen entscheidenden Schritt in Richtung des praktischen Einsatzes der Planungskonzepte und Software bedeuten.

## Eigene Literatur

- [ACTN96] The ACT-NET Consortium: The Active Database Management System Manifesto: A Rulebase of ADBMS Features. ACM SIGMOD Record Sept. 1996
- [BAR97] Barth,B; Kohler,N;Schwaiger,B; Modellierung des deutschen Gebäudebestandes. Zwischenbericht DFG Projekt. Ifib. Univ. Karlsruhe.1997
- [Bült95] G.v.Bültzingsloewen: CORBA-based interoperability of tools and services in engineering environments. Proc. Int. Workshop Concurrent/Simultaneous Engineering Frameworks and Applications, Lissabon 1995, 151-156
- [Bült96] G.v.Bültzingsloewen, A.Koschel, R.Kramer: Active Information Delivery in a CORBA-based Distributed Information System. Proc. 1st Int. Conf. on Cooperative Information Systems (CoopIS96) 1996, 218-227
- [Ciup96] O.Ciupke, D.Kottmann, H.-D.Walter: Object Migration in Non-Monolithic Distributed Applications. Proc. 16th Int. Conf. on Distributed Computing, 1996, 529—536
- [DUE96] Projekt DUEGA: Elementgliederung für Gebäude. CRB Zürich 1996
- [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
- [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
- [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
- [Hill98] G. Hillebrand, P Krakowski, P.C. Lockemann, D. Posselt: Integration-Based Cooperation in Concurrent Engineering, Techn. Report No. /98, Universität Karlsruhe, 1998
- [Hove94] Hovestadt, L.: A4 - Digitales Bauen - Ein Modell für die weitgehende Computerunterstützung von Entwurf, Konstruktion und Betrieb von Gebäuden. Dissertation, Universität Karlsruhe (TU), Institut für Industrielle Bauproduktion, Fortschrittberichte VDI, Reihe 20 Rechnerunterstützte Verfahren Bd. 120, ISBN 3-18-31 2020-8, Düsseldorf, 1994
- [Hove98] Hovestadt, V.: Informationsgebäude. Ein Integrationsmodell für Architektur und Informationstechnologien. Dissertation an der Universität Karlsruhe, IFIB, 1998 (to appear)
- [Hove95b] Hovestadt, V; Gramberg, O.; Deussen, O.: Hyperbolic User Interfaces for Computer Aided Architectural Design. In Proc. CHI'95 Human Factors in Computing Systems. ACM Press 1995.
- [Kell94] Keller, L.; Kilger, C.; Kottmann D.; Moerkotte, G.; Schill A.; Walter H.-D.; Zachmann A.: Aktive und mobile Objekte als Modellierungskonzept für dezentrale Ingenieur Anwendungen. In 3.GI/ITG/GMA Fachtagung Software Technik in Automation und Kommunikation. März 1994
- [Kemp93] Kemper, A.; Moerkotte, G.: Object-Oriented Information Management in Engineering Applications. Prentice-Hall 1993
- [Kemp94] Kemper, A.; Lockemann, P.C.; Moerkotte, G.; Walter, H.-D.: Autonomous Objects: A Natural Model for Complex Applications. Journal of Intelligent Information Systems 3 (1994), 133-150
- [Kilg95] Kilger, C.; Lockemann, P.C.; Walter, H.-D.; Zachmann A.: Integrierter Objektbankentwurf in der Produktmodellierung. it+ti 37 (1995), H.5. 39-46
- [KLI91] Klink, L.; Kohler, 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.
- [KLI96] Klingele, M. et al :Optimierung von Gesamtenergieverbrauch, Umweltbelastung und Baukosten in frühen Planungsphasen. Abschlussbericht des Projektes KOBEEK. Gefördert durch die Bundeststiftung Umwelt. Karlsruhe 1996
- [KLI97] 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
- [Koe98] König-Ries, B.: Semi-automatische Generierung von Mediatorspezifikationen. Workshop „Grundlagen von Informationssystemen,, 2.-5. Juni 1998, Konstanz
- [KOH96] Kohler, N. ; Klingele, M.: Simulation von Energie- und Stoffflüssen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer. International Symposium of the CIB. Wien 1996.
- [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.
- [KosL98] Koschel, A., Lockemann, P.C.: Distributed events in active database systems: Letting the genie out of the bottle. Data & Knowledge Engineering 25 (1998), 11-28
- [Kram96] Kramer, R.; Quellenberg T.: Global Access to Environmental Information. In R.Denzer, D.Russel, G.Schimak (eds.): Environmental Software Systems. IFIP Series, Chapman and Hall 1996, 209-218
- [Lang95] Lang, S.M.; Lockemann, P.C.: Datenbankeinsatz. Springer 1995
- [Lock94] Lockemann, P.C.; Walter, H.-D.: Activities in Object Bases. In N.W.Paton, M.H.William (eds): Rules in Database Systems. Workshops in Computing Series. Springer 1994, 3-22
- [Lock95a] Lockemann, P.C.; Sturm, R.; Mülle, J.A.; Hovestadt, V.: Area-dependent constraints for design control in a CAAD environment. In Pahl, P.-J.; Werner, H. (eds.): Computing in Civil and Building Engineering. Vol.1. A.A.Balkema 1995, 755-762
- [Lock95b] Lockemann, P.C.; Walter, H.-D.: Object-Oriented Protocol Hierarchies for Distributed Workflow-Systems. Theory and Practice of Object Systems (TAPOS) 1:4, 1995, 281-300
- [Lock97] Lockemann, P.C., Kölsch, U., Koschel, A., Kramer, R., Nikolai, R., M.Wallrath, M., Walter, H.-D.: The Network as a Global Database: Challenges of Interoperability, Proactivity, Interactiveness, Legacy. Proc. 23rd Int. Conf. on Very Larg Data Bases 1997, 567-574
- [MacK94] MacKellar, B.; Peckham, J.: Specifying Multiple Representations of Design Objects in SORAC. Third Internatinal Conf. on Artificial Intelligence in Design, 1994
- [MacK95] MacKellar, B.; Peckham, J.: A Data Model for the Extensible Support of Explicit Relationships in Design Databases. The Very Large Database Journal, April, 1995
- [Moer94] Moerkotte, G.; Zachmann, A.: Towards more flexible schema management in object bases. Proc. IEEE Conf. on Data Engineering 1994, 174-181
- [PEU98] Peupartier ,B; Kohler ,N; Boonstra, C : Life cycle analysis of buildings : The european project REGENER. EUROSOL Conference . 1998
- [RIC97] Richter, P.; Kohler, N.; Schwaiger, B.; Barth, B.: Modellierung des deutschen Gebäudebestandes. Zwischenbericht des DFG Projektes. Karlsruhe 1997.
- [SCH97] Schwaiger, B.; Barth, B.; Koch, M.; Kohler, N.: Mass flow, energy flow and costs of the German building stock. CIB Second international conference Buildings and the Environment Paris June, 9-12, 1997
- [Schm97a] R. Schmidt: Component-Based Systems, Composite Applications and Workflow-Management. In: G. Leavens and M. Sitaraman (eds.), Foundations of Component-Based Systems Workshop, Zürich, September 1997, pp. 206-214
- [Schm97b] R. Schmidt: Workflowunterstützung auf der Basis von ActiveX und JavaBeans. 7. Kolloquium Software-Entwicklung: Methoden, Werkzeuge, Erfahrungen '97. pp. 849-860, 1997, Technische Akademie Esslingen
- [Stur95] Sturm, R.; Mülle, J.A.; Lockemann, P.C.: Temporized and Localized Rule Sets. In T.Sellis (ed.): Rules in Database Systems. Lect. Notes in Computer Science 985. Springer 1995, 131-146
- [Stur97a] Sturm, R.: Dynamische Regelmengen zur Beschreibung von Entwurfsspielräumen. Dissertation an der Universität Karlsruhe, Fortschritts-Berichte VDI Reihe 10 Nr. 495, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1997
- [Stur97b] Sturm, R.; Mülle, J.A., Lockemann, P.C.: Collision of Constraint Work Spaces: A Unifying Concept for Design Interactions. Proc. 2nd Int. IFCIS Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS97), June 24-27, 1997, Charleston South Carolina, IEEE Computer Society, 1997, pp. 25-35

### 3. Ziele und Arbeitsprogramm

#### 3.1 Ziele

Die Zielsetzung des Vorhabens orientiert sich an den in einer Planungsumgebung beobachtbaren dynamischen Phänomenen durch Kooperation und Arbeitsteiligkeit und durch die Behandlung des Gebäudes über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg. Diese gilt es durch neue IT-Planungskomponenten zu unterstützen. Mit der Metapher des dynamischen Gebäudes verfolgen wir eine Vereinheitlichung in der Schnittstelle, im Management und in der Verwaltung. Die Architektur soll offen sein zur Integration neuer Werkzeuge, Komponenten und Benutzer und wird dabei soweit möglich bestehende technische Lösungen einbeziehen sowie Standardisierungen für Schnittstellen berücksichtigen.

#### Planung und neue Komponenten

Die Funktion von Gebäuden wird heute nur noch teilweise durch die klassischen Materialien, Bauteile und Bauformen bestimmt. In immer stärkerem Maße tragen die Informationstechnologien zu den

Funktionen bei, so etwa durch Gebäudesteuerungen oder die neuen Telekommunikationsmittel. Diese Funktionen müssen in Form einer Modellierung von IT-Komponenten in der Planung Berücksichtigung finden.

### **Planung und Arbeitsteilung**

Mit der wachsenden Komplexität und Dauer der Planungsprozesse nimmt die Zahl der Beteiligten zum einzelnen Zeitpunkt und über die Dauer gesehen fortlaufend zu. Die Notwendigkeit eines immer diversifizierteren Spezialwissens kommt hinzu. Die Arbeitsteiligkeit des Gebäudeplanungsprozesses - möglicherweise sogar über nationale Grenzen hinweg - wird also zunehmen.

Zwang zur Kooperation einer immer größeren Zahl von Beteiligten und Arbeitsteilung dieser Beteiligten gemäß ihrem Wissen und ihrer Aufgabe sind zwei Seiten einer Medaille. Ihnen stehen ein integrierter Planungszustand und individuelle, aufgabengemäße Sichten auf eben diesen Planungszustand als zwei Seiten einer Medaille zur Seite. Arbeitsteilung und Zusammenarbeit im Planungsvorgang wird heute mit dem Begriff der „Integralen Planung„ umschrieben. Diese muß bereits strukturell unterstützt werden, indem die räumliche Verteilung der Beteiligten und ihre unterschiedlichen Sichten in das Kooperationsmodell einer geeigneten Bauplanungsumgebung eingehen.

Sichten müssen sich zum einen auf der Ebene des Planungszustandes wiederfinden, zum anderen aber auch auf der Ebene der Repräsentation dem Bearbeiter gegenüber. Eine herausragende Forderung ist dabei die Konsistenzhaltung der Sichten untereinander und mit dem integrierten Zustand.

### **Planung und Lebenszyklus**

Die Planung von Gebäuden muß heute den gesamten technischen Lebenszyklus von der Planung selbst über die Konstruktion, die Errichtung, den Betrieb, die Verwaltung, den Umbau, die Erneuerung bis hin zur Entsorgung und Demontage einbeziehen. Dabei muß sie den Einfluß neuer Anforderungen bedenken, die nach einer steten Bereitschaft zu Anpaßbarkeit oder Nachhaltigkeit sowie einer ständigen Lebenszykluskostenkontrolle verlangen. Gebäudeplanung ist also heutzutage ein hochgradig komplexer und inhaltlich vernetzter Prozeß von langfristiger Wirksamkeit, der sich über alle Lebensphasen des Gebäudes hinweg fortsetzt.

Nötig ist die Planung eines über die Zeit veränderlichen Gebäudes anstelle eines einzelnen Bauzustandes. Zwar bieten die klassischen Ansätze der Schnittstellendefinition und Produktmodellierung eine Unterstützung in produktionsnahen Teilbereichen, sie können jedoch die Komplexität einer Integralen Planung nur unzureichend nachbilden. Auch die zunehmende Verwaltung der Gebäude durch Informationssysteme, die sog. Facility Management Systeme, deckt nur einen Einzelaspekt ab.

Die Mängel lassen sich nur überwinden, wenn es durch geeignete Wahl oder gezielte Neuentwicklung von Informationstechnologien gelingt, die Heterogenität zu überwinden und alle beteiligten Verfahren und Techniken in einen gemeinsamen Rahmen zu integrieren. Maxime dieses Integrationsrahmens muß sein, die Arbeitsfähigkeit und Gestaltungskraft einzelner Beteiligter und die Interaktion und Kommunikation zwischen allen Beteiligten zu fördern, ohne sie dabei in ein Korsett zu zwingen, das ihnen ihre individuellen Stärken nimmt.

### **Das Dynamische Gebäude als Leitgedanke**

Der Grundgedanke für den zu schaffenden Rahmen besteht in der Bereitstellung einer Metapher – im Sinne einer bildlichen Vorstellung, in der die beteiligten Personen denken und die sie zur Interaktion mit Architekturbestandteilen nutzen können –, die sich in die klassische Architekturbetrachtung einfügt. Eine solche Metapher ist das Gebäude. In der Umsetzung als "virtuelles Gebäude" überlagern sich physische Gebäudestrukturen – anfänglich gültige genauso wie für zukünftige Lebensphasen geplante – und Informationstechnologien (funktionale Gebäudebestandteile, Planungswerkzeuge und Planungsdokumente). Die Beteiligten sollten die gewohnte Unterteilung in

Zonen, Bereiche, Geschosse, Räume etc. vorfinden, in die die softwaretechnischen und dokumentarischen Bestandteile einzubetten sind.

Leitgedanke für das Vorhaben bildet daher eine Betrachtungsweise des Gebäudes in Form eines räumlichen, komponentenbasierten Modells, das die Brücke zwischen Informationstechnik im Gebäude, Informationstechnik zur Planungsunterstützung und "klassischer" Gebäudeplanung bildet. Die Hypothese ist, daß sich die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure (Architekten, Ingenieure, Nutzer, Unternehmer, Betreiber) nicht nur wie üblich in drei (geometrischen) Dimensionen abspielt, sondern daß über den Gebäudelebenszyklus eine Vielzahl zusätzlicher Gesichtspunkte eingehen, die über weitere Dimensionen dokumentiert werden können. Die Planungs-, Kommunikations-, Betriebs- und Alterungsvorgänge werden in diesem „erweiterten„ Gebäude möglichst vollständig abgebildet. Über den Lebenszyklus verursachen all diese Vorgänge nach spezifischen Zeitkonstanten Zustandsänderungen des Gebäudes. Das Gebäude kann daher als „dynamisch„ betrachtet werden. Im n-dimensionalen Planungs- und Lösungsraum werden alle Bauteile, Planungs-, Kommunikations- und Betriebs- und Alterungsvorgänge in einer entsprechend „erweiterten„ Gebäudedarstellung abgebildet, so daß funktionale und prozessuale Zusammenhänge (Konflikte, Kollisionen) für die Vielzahl der Akteure in einer intuitiven Art und Weise durch *Bereiche* und *Bereichsdynamik* in diesem n-dimensionalen Raum verständlich dargestellt werden können. Die Beschränkung der Informationsmenge für den Einzelnen erfolgt, indem jede dieser Dimensionen für die Betrachtung auf bestimmte Wertebereiche eingeschränkt werden kann. Anstelle der ausschließlich auf physikalische Elemente (Bauteile) oder Prozesse (Workflow) zentrierten Modellierung tritt so die *bereichsorientierte (statisch/dynamische) Modellierung*.

In der Metapher der *Dynamischen Gebäude* wird der in beiden Wissensgebieten Architektur und Informatik passend belegte Begriff der Komponente genutzt, der die Kapselung bestimmter Funktionalitäten unter definierten Schnittstellen impliziert. Für die Architektur bedeutet dieses Betrachtungsmodell die Sicht auf das Gebäude als eine Aggregation von Räumen und Bauteilen. Diese Komponenten werden in Planungswerkzeugen, beispielsweise einem CAD-System, als räumliche Planungs- oder Zeichnungsobjekte in einem Projekt- oder Weltkoordinatensystem abgebildet. Die Informatik kann Kapselung und räumliche Ordnung zur objektorientierten Modellierung nutzen. Die Dynamik des Gebäudes kann nun auf die Summe der Dynamik seiner Komponenten heruntergebrochen werden. Informationen zur Spezifikation des Verhaltens von Komponenten werden diesen zugeordnet und fügen sich somit nahtlos in eine objektorientierte Umsetzung ein, die räumlich organisiert ist. Diese Informationen können in einheitlicher Weise das kurzfristige Verhalten (etwa bei Steuerungen der Haustechnik) wie auch das langfristige Verhalten (etwa die Alterung von Bauteilen) modellieren und dienen als Grundlage für Simulationen und Bewertungen. Das Zusammenwirken der Akteure wird durch Kooperationsprotokolle erfaßt. Durch die Einheitlichkeit kann jede/r Beteiligte leichter zusätzliche Aspekte in die Bewertung des Gebäudes einbeziehen, ohne daß die Komplexität der Arbeitsumgebung weiter steigt. Dies verspricht eine qualitative Verbesserung der Gebäudeplanung und -nutzung.

### **Schwerpunktsetzung des Vorhabens**

Ziel im Beantragungszeitraum ist es, die Betrachtung dynamischer Gebäude über deren gesamten Lebenszyklus und alle bekannten Aspekte zu modellieren und repräsentative Ausschnitte aus der Konzeption zu implementieren. Diese Ausschnitte sollten dabei aussagekräftige Rückschlüsse auf das Gesamtszenario ermöglichen. Dazu konzentriert sich das Projektvorhaben zunächst auf die Phase der Gebäudeplanung und die Dynamik der Komponenten, wie sie für Aussagen über die Lebensdauer oder für das Facility Management benötigt werden.

Auf dieser Basis können die Möglichkeiten dieses Ansatzes untersucht und eine Plattform entwickelt werden, in der alle Bereiche dieser auf den Lebenszyklus erweiterten Architektur integriert geplant und betrieben werden können. Die benötigten Werkzeuge werden in die Klasse der Interaktions- und der Berechnungswerkzeuge unterschieden, aus denen jeweils mindestens ein Werkzeug implementiert werden soll. Dabei soll soweit wie möglich auf existierende Elementgliederungen (DIN), Datenaustausch-Standards (STEP, IFC), Planungswerkzeuge (CAD, AVA), Verteilungsplattformen (CORBA, WWW) und in eigenen Forschungsprojekten entwickelten Lebenszyklusmodellen und Navigationstechniken aufgebaut werden.

## 3.2 Arbeitsprogramm

Zusammenfassend liegen besondere Herausforderungen in der Dynamik von Planungsprozessen, den verschiedenen Sichten der beteiligten Planer und Werkzeuge und ihrer Interaktion und Kooperation unter der neuen Metapher des Dynamischen Gebäudes.

Der generelle Aufbau des Systems besteht aus verschiedenen Arten von Werkzeugen, der Datenhaltung und einem Komponentenbus, über den die Kommunikation und Kooperation in dem verteilten Framework ablaufen soll. Hierin werden die verschiedenen Werkzeugtypen, die wir in unserer Plattform unterscheiden, exemplarisch anhand von jeweils einem Vertreter repräsentiert. Die Datenhaltung hat auf dieser groben Ebene ebenfalls den Status eines Werkzeugs, wäre bei einer detaillierteren Betrachtung jedoch noch in weitere Bestandteile, u.a. zur Schema- und Sichtenverwaltung, zu zerlegen. Die eigentlichen Daten erscheinen als Komponenten in der Metapher des dynamischen Gebäudes. Die Kommunikation zwischen Werkzeugen erfolgt auf der Basis diverser Kooperationsprotokolle zwischen den Komponenten und wird technisch über einen Objektbus unterstützt.

Die Umsetzung der Metapher des Dynamischen Gebäudes durch eine integrale Planungsumgebung für Gebäude wird entlang der Phasen Komponentenkonzeption, Framework-Konzeption, Implementierung und Validierung erfolgen. Vor der Phase der Validierung ist die Phase zur Behandlung von Sichtenkonsistenz mit einbezogen. Die dort vorliegenden Arbeitspakete sind bei unserem Kooperationspartner an der WCSU (s.u.) geplant, mit dem eine enge Abstimmungen notwendig ist.

### **Konzeption des Komponentenmodells**

Der Aufgabenbereich der Komponentenkonzeption soll die Projektarbeit auf die wesentlichen Aspekte der Dynamischen Gebäude konzentrieren und sicherstellen, daß die Fokussierung des Projektes für die Beurteilung der Metapher "Dynamisches Gebäude" repräsentativ ist. Die Erarbeitung der Metapher des Dynamischen Gebäudes und die daraus resultierende Modellierung der Komponenten bildet den Kern dieser Phase.

**Arbeitspaket K.1:** Untersuchung vorhandener Planungs- und Lebenszyklusmodelle und Konzeption des Lebenszyklusmodells für dynamische Gebäude.

**Arbeitspaket K.2:** Entwurf eines Kooperationsmodells unter der Metapher der dynamischen Gebäude (ad-hoc Kooperationen und feste Kooperationsabläufe):

- Konzeption sinnvoller Kooperations- und Interaktionsbegriffe zur Unterstützung der integralen Planung, Ereignisse in den Aktivitäten im dynamischen Gebäude (Spontaneität, Konfliktbehandlung),
- Bewegung der Komponenten durch die Phasen des Lebenszyklus (Arbeitsteiligkeit, Kooperation).

**Arbeitspaket K.3:** Integrierte Modellierung der Komponenten:

- Grunddimensionen des bereichsorientierten Modells des Planungsraums
- Komponentenschnittstellen
- Dynamik durch Veränderung der Komponenten
- Bewegung durch den Raum (Gebäude, Komponenten)
- Bewegung durch die Zeit (Lebenszyklus)

**Arbeitspaket K.4:** Entwurf der graphischen Repräsentation von Komponenten in der Metapher der dynamischen Gebäude (intuitive Visualisierung für räumlich angeordnete dynamische Komponenten).

### **Konzeption des Integrationsplattform**

Im Bereich der Plattform-Konzeption sind die vorgesehenen Verfahren zur Kommunikation und Kooperation in Verbindung mit einer geeigneten verteilten Systemarchitektur zu entwickeln und zu detaillieren sowie geeignete Werkzeuge entweder auszuwählen und zu integrieren oder zu definieren.

**Arbeitspaket F.1:** Analyse standardisierter Datenaustausch-Schnittstellen (IFC, STEP) für den Gebäudeentwicklungsprozeß. Modellierung des Kommunikationsprotokolls zur strukturellen Unterstützung verteilter Gebäudeplanung a) bei Online-Bearbeitung mit sofortigem Datenabgleich und b) bei Offline-Barbeitung mit inkompatiblen Werkzeugen und nachgeschaltetem Datenabgleich.

**Arbeitspaket F.2:** Konzeption der verteilten Systemarchitektur auf der Basis von Middleware und Object-Brokern.

**Arbeitspaket F.3:** Analyse von vorhandenen graphischen Planungswerkzeugen auf Integrierbarkeit der Erfordernisse dynamischer Gebäude, insbesondere Evaluierung von Werkzeugen von CAD-Systemen auf die Integrierbarkeit der Informationen über das Komponentenverhalten. Definition der nötigen Anpassungen und fehlender Werkzeugtypen.

- Schaffung oder Bereitstellung der Werkzeuge als Arbeitsmittel
- Integration der Werkzeuge in die Metapher (Dynamik, Kooperation)
- Neue Werkzeuge für neue Aufgaben, z. B. Lebenszyklussimulation.

**Arbeitspaket F.4:** Modellierung der verteilten Datenhaltung (Modellintegration, Schema-/Sichtenverwaltung).

**Arbeitspaket F.5:** Konzeption von Mechanismen zur Konsistenzsicherung in dynamischen Gebäuden, Erweiterung der bereichsorientierten Constraint-Komponente in der verteilten Umgebung.

## Implementierung

Hier soll eine verteilte, heterogene Systemarchitektur basierend auf einem homogenisierten Objektbus detailliert werden und dann schrittweise das Kooperations- und Kommunikationsmodell umgesetzt werden. Schwerpunkte bilden die Komponenten zur geeigneten Bearbeitung einer Gebäudeplanung (Benutzerinteraktion in der Gebäudemetapher) und die zugrundeliegenden Server (integrierte konsistente Datenhaltung und Berechnungskomponenten). Dies umfaßt jeweils Tests auf Funktion und Eignung der erstellten Software.

**Arbeitspaket I.1:** Implementierung des grundlegenden Datenaustauschprotokolls und der Werkzeugkommunikation; Test anhand eines textuellen Editors mit mehr als 2 Benutzern.

**Arbeitspaket I.2:** Detaillierung der verteilten Systemarchitektur und Implementierung der Basismechanismen (Verteilungstransparenz und Homogenisierung mittels Middleware).

**Arbeitspaket I.3:** Implementierung eines Werkzeugs zur Offline-Integration von Fremdapplikationen (Einsatz von Wrappern, Import/Export).

**Arbeitspaket I.4:** Detailentwurf und Implementierung eines Werkzeugs für die Online-Visualisierung eines dynamischen Gebäudes.

**Arbeitspaket I.5:** Integration eines IFIB-Simulationswerkzeugs zur Gebäudealterung.

**Arbeitspaket I.6:** Entwurf und Realisierung des Datenhaltungswerkzeugs für dynamische Komponenten und Gebäude und Realisierung der Konsistenzdefinition und -überwachung mit verteilter Ereignisverarbeitung.

## Sichtenkonsistenz

Für die im Vorhaben sehr wichtige Anforderung der Behandlung von verschiedenen Sichten auf Daten in einer verteilten Umgebung, insbesondere der Konsistenzproblematik zwischen multiplen Repräsentationen, ist eine Kooperation mit Bonnie MacKellar, PhD. an der Western Connecticut State University (WCSU), USA, vorgesehen. Dieses Arbeitspaket ist für die umfassende Betrachtung des integralen Entwurfs unabdingbar, würde jedoch den hier beantragten Umfang des Vorhabens weit übersteigen. Andererseits sind an der WCSU einschlägiges Wissen und kontinuierliche Vorarbeiten in diesem Bereich vorhanden, und gleichzeitig ist ein Parallelprojekt in Vorbereitung, das die bisherigen Erkenntnisse (die vor allem auf der Basis relationaler Systeme erzielt wurden) auf den objektorientierten, verteilten Fall untersuchen und erweitern wird. Die dort geplanten Arbeiten liegen schwerpunktmäßig im Bereich der Behandlung sogenannter "multipler Repräsentationen" innerhalb einer verteilten Datenhaltung und hier speziell der Sichtenkonsistenz; sie sind so ausgelegt, daß sie

unser Vorhaben hervorragend ergänzen und durch die zu erwartenden Wechselwirkungen wertvolle zusätzliche Ergebnisse liefern.

Eigene Arbeiten auf diesem Gebiet sind nicht geplant. Sollte das Kooperationsprojekt nicht gestartet werden können, wird dieser Bereich auf die gemeinsamen Vorarbeiten aus dem ArchE-Projekt beschränkt.

## **Validierung**

Die im Projekt entstandenen Konzepte und Metapher sollen in dieser Phase validiert werden. Als Anwendungsszenario soll ein "Virtuelles Forschungsinstitut" dienen, in dem die Projektabwicklung des Forschungsvorhabens selbst Gegenstand der Anwendung ist. Im einzelnen sollen die verteilte Infrastruktur der Projektorganisation, zwischen den beiden Karlsruher Instituten, d.h. IPD und IFIB, und dem entfernten Kooperationspartner an der WCSU bei der Entwicklung des Systems selbst einbezogen werden. Die Nutzung der implementierten Werkzeugen zur kooperativen Planung und Umsetzung soll praktisch erprobt werden. Besonderer Wert wird auf die Beobachtung von Umplanungssituationen (Änderung der technischen Ausstattung, Wechsel bei beteiligten Partnern z.B. durch andere studentische Mitarbeiter) gelegt werden.

**Arbeitspaket V.1:** Etablierung des "virtuellen Forschungsinstituts" durch Installation der implementierten Werkzeuge, Modellierung der verwendeten Räumlichkeiten (inklusive Möblierung und technischer Ausstattung) im Ist-Zustand; während der Projektarbeit Nachführen von Änderungen.

**Arbeitspaket V.2:** Evaluation der Werkzeuganwendung und Feststellung ihrer Grenzen. Abhängig vom Resultat Anpassung von Konzeption und Implementierung oder Formulierung der Einsetzbarkeit und Einschränkungen der Metapher "Dynamische Gebäude".

**Arbeitspaket V.3:** Evaluation der Datenbankstruktur und der Konsistenzmechanismen.

**Arbeitspaket V.4:** Evaluation der Dynamik-Modellierung durch Simulation der Gebäudealterung im "virtuellen Forschungsinstitut".

Die zeitliche Anordnung und Abhängigkeit der Arbeitspakete sowie die Verteilung ihrer Bearbeitung auf die beiden Institute geht aus dem beigelegten Zeitplan hervor. Dieses zeigt zudem Meilensteine

- nach der Konzeption (K- und F-Arbeitspakete) und
- nach der Implementierung (I-Arbeitspakete)

die als 1. und 2. Projektbericht abgefaßt werden sollen und gleichzeitig der Revision der Arbeitsergebnisse dienen. Zum Projektende folgt wie üblich der Abschlußbericht, der den dann erreichten Implementierungs- und Anwendungsstand dokumentieren wird. Zu diesem Zeitpunkt soll der Prototyp einer Umgebung fertiggestellt sein, die über mehrere Phasen des Gebäude-Lebenszyklusses hinweg ein integrales Planen von Gebäude und Gebäudeverhalten erlaubt.

In der Abfolge der Arbeitspakete ist als erster Meilenstein die Fertigstellung der Konzeptionsphase K3 (Konzeption der dynamischen Komponente) nach 6 Monaten geplant. Der nächste große Meilenstein liegt nach weiteren 1 1/2 Jahren vor mit der Implementierungen eines ersten Prototypen nach Abschluß der Phasen I3, I4 und I6. Im Anschluß daran sind die Integration eines Simulationswerkzeugs (ein neuer Werkzeugtyp) in I5 und umfangreiche Validierungen mit entsprechender Konsolidierung des gesamten Frameworks im 3. Jahr geplant.

## *4. Beantragte Mittel*

### *4.1 Personalbedarf*

a) 2 wiss. Mitarbeiter nach BAT IIa für 3 Jahre (1 am ifib, 1 am IPD).

Der Arbeitsumfang entspricht zwei vollen Stellen. Angesichts der engen Lage auf dem Personalmarkt muß davon ausgegangen werden, daß in diesem interdisziplinären Fachgebiet der Architektur und der Informatik wiss. Mitarbeiter nur auf volle BAT IIa-Stellen gewonnen werden können.



Die Abstimmung mit dem Parallelprojekt in USA wird via Internet arbeitsbegleitend durchgeführt. Gegen Ende der Konzeption am Ende des 1. Jahres, sowie vor Beginn der umfassenden Evaluation zu Beginn des 3. Jahres ist jeweils ein zweiwöchiger Forschungsaufenthalt der Projektmitarbeiter(innen) an der Western Connecticut State University geplant, um etwaige Probleme direkt und effizient beheben zu können.

b) 2 stud. Hilfskräfte im Umfang von 83 Std/Monat für 3 Jahre für Implementierungs- und Testarbeiten (1 am IFIB, 1 am IPD).

#### *4.2 Wissenschaftliche Geräte*

entfällt

#### *4.3 Verbrauchsmaterial pro Jahr:*

a) Für Drucker- und Plotterverbrauchsmaterial sowie Backupmedien: 3000,- DM.

#### *4.4 Reisen pro Jahr:*

Reisekosten: im ersten und dritten Jahr jeweils 5600,- DM.  
im 2. Jahr: 1000,- DM.

Dies umfaßt jeweils 1000,- DM für Veranstaltungen und Kontakte zu Gruppen, die sich mit projektnahen Themen befassen. Im 1. und 3. Jahr kommen jeweils Reisekosten von 4600,- DM hinzu für einen vierzehntägigen Forschungsaufenthalt beim Kooperationspartner an der Western Connecticut State University (Flug 2x1000,- DM, 2x 13 Tagessätze à 100,- DM).

## **5. Voraussetzungen für die Durchführung des Vorhabens**

### *5.1 Zusammensetzung der Arbeitsgruppen:*

#### **IFIB**

Leiter des Vorhabens: o. Prof. Dr. ès. sc. tech. Niklaus Kohler

Wissenschaftliche Mitarbeiter aus der Grundausrüstung des IFIB:

Dipl. Inform. Dirk Henckels

Dr. Volkmar Hovestadt (beratend)

aus Projektmitteln der DFG zu finanzieren:

Dipl. Ing. arch. N.N. (zu 100 %)

#### **IPD**

Leiter des Vorhabens: o. Prof. Dr.-Ing. Peter Lockemann

Wissenschaftliche Mitarbeiter aus der Grundausrüstung des IPD:

Dipl. Inform. Jutta Mülle

aus Projektmitteln der DFG zu finanzieren:

Dipl. Inform. N.N. (zu 100 %)

### *5.2 Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern*

Beide Institute werden im beantragten Projekt mit Bonnie McKellar, Department of Mathematics and Computer Science der Western Connecticut State University, USA, zusammenwirken.

#### **IFIB**

Es besteht für das Vorhaben relevante wissenschaftliche Kooperation im Bereich computergestützter Planungssysteme zwischen dem IFIB und folgenden Institutionen:

- ◆ Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD), Bonn, Arbeitsgruppe: KI-Anwendungen im Bereich Grundlagenforschung
- ◆ Bauhausuniversität Weimar - Fakultät Architektur und Fachbereich Informatik
- ◆ Carnegie Mellon University, Department of Architecture (Pittsburgh PA), Center of Building Performance and Diagnostics
- ◆ Universität Stuttgart, Institut für Kernenergetik und Energiesysteme
- ◆ ETH Zürich Umweltwissenschaften und Zentrum für Integrale Planung (ZIP)
- ◆ ETH Lausanne - Chaire de Recherche Operationelle
- ◆ Ecole des Mines - Paris - Centre de recherche énergétiques

#### **IPD**

Für das Vorhaben sind von besonderer Bedeutung die Kooperationen mit der Informatik-Fakultät der Universität von Stanford im Bereich der Mediatoren und Agentenarchitekturen, sowie mit den Informatikinstituten der Universitäten in Zürich und Darmstadt im Bereich der aktiven Datenbanksysteme und der Ereignis- und Regelbehandlung.

### *5.3 Auslandsbezug*

Eine enge Kooperation mit Bonnie McKellar vom Department of Mathematics and Computer Science der Western Connecticut State University, USA ist im Bereich der multiplen Repräsentationen vorgesehen, wofür derzeit in USA ein Parallelprojekt in Vorbereitung ist. Für die geplante Zusammenarbeit werden unter 4.4 entsprechende Reisemittel beantragt.

### *5.4 Apparative Ausstattung*

Über das lokale Hochschulnetz Karlsruhe, an das die beiden Lehrstühle angeschlossen sind, ist eine Kopplung der Arbeitsplatzrechner beider Karlsruher Institute vorhanden.

#### **IFIB**

Das IFIB verfügt über ein lokales Netz von UNIX-Workstations und ein PC-Netz aus Mitteln der Grundausrüstung und anderer Forschungsvorhaben.

#### **IPD**

Das IPD wird die von der DFG leihweise überlassenen Geräte aus anderen Vorhaben mit einsetzen. Aus der Grundausrüstung stehen ein File-Server und weitere Arbeitsplatzrechner vernetzt zur Verfügung.

### *5.5 Laufende Mittel für Sachausgaben*

Aus den Haushaltszuweisungen von Landesmitteln an die Lehrstühle können je DM 600,- für Geschäftsbedarf zur Verfügung gestellt werden. Die Lehrstühle stellen außerdem die Mittel für den Betrieb (insbesondere Wartung) der unter 5.3 genannten Ausstattung zur Verfügung.

### *5.6 Sonstige Voraussetzungen*

entfällt

## **6. Erklärungen**

Ein Antrag auf Finanzierung dieses Vorhabens wurde bei keiner anderen Stelle eingereicht. Wenn einer der Lehrstühle einen solchen Antrag stellt, wird er die Deutsche Forschungsgemeinschaft unverzüglich benachrichtigen.

## **7. Unterschriften**

(Prof. Dr. ès. sc. tech. Niklaus Kohler, IFIB)

(Prof. Dr. P.C. Lockemann, IPD)

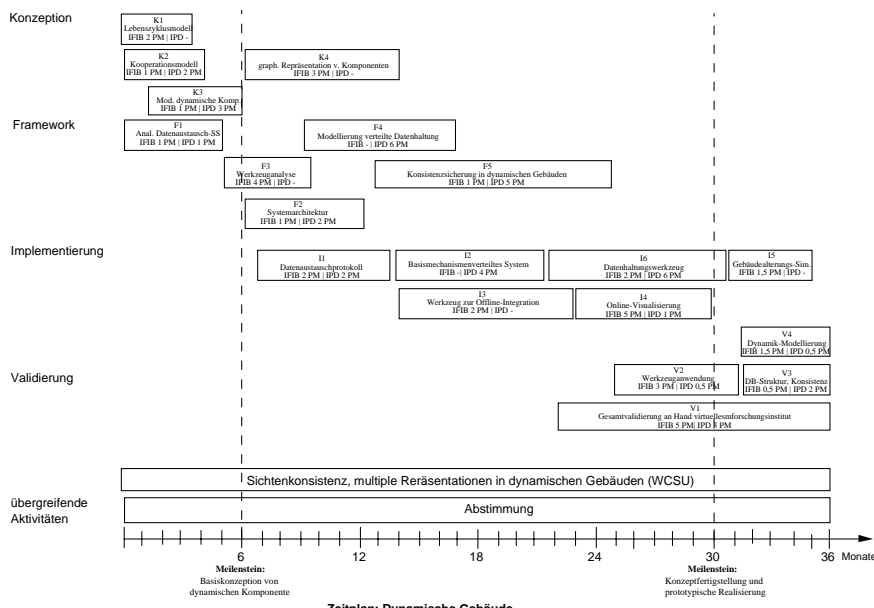
## **8. Verzeichnis der Anlagen**

entfällt

## **9. Hinweise**

9.1 Der Vertrauensmann unserer Hochschule für Angelegenheiten der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Herr Prof. Dr. rer. nat. Elmar Dormann, wurde von der Antragstellung unterrichtet.

9.2 entfällt



**Zeitplan: Dynamische Gebäude**  
 mit Aufwand in Personenmonaten (der von der DFG finanzierten Personen) aufgeteilt nach IPD und IFB.