

# **Bestandsverwaltung und -bewirtschaftung durch integratives Informationsmanagement**

Frank Peters, Michael Petersen, Udo Meißner  
Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen  
Technische Hochschule Darmstadt

## **Zusammenfassung**

Neben der reinen Bauausführung und den damit verbundenen Roh- und Ausbaukosten stellt insbesondere die Bewirtschaftung von Gebäuden einen wesentlichen Kostenfaktor dar, den zu minimieren Ziel der Bestrebungen auf dem Gebiet des Facilities Management ist. Insbesondere die Integration der verteilt vorliegenden Informationen muß hierbei das Ziel sein, um durch effiziente Informationsverarbeitung eine Einsparung von Unterhaltskosten zu erreichen. Bereits in der Planungsphase lassen sich die späteren Kosten für die Bewirtschaftung modellieren. Dies gilt auch für die Modellierung des Energiehaushaltes von Gebäuden. Für die Modellierung des Wärmeschutzes und der damit verbundenen Ermittlung des Heizenergiebedarfs werden z.Zt. starke Vereinfachungen getroffen, die durch die aktuelle Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind, so daß die errechneten Werte meist sehr ungenau sind.

Für eine DV-gerechte Modellierung eines Gebäudes während seiner Bewirtschaftung reichen herkömmliche CAD-Systeme nicht aus, da das Modell verschiedene Sichten zulassen muß: Neben einer bauteilorientierten Sicht muß auch eine raumorientierte Sicht vorgehalten werden, damit eine Modellierung von flächenbezogenen Parametern wie z.B. Kosten möglich wird.

Dieser Beitrag zeigt einen Ansatz, der eine intensive Nutzung heterogener Ressourcen und Informationen auf der Grundlage eines dreidimensionalen Gebäudemodells ermöglicht. Exemplarisch für die Bereiche Raummanagement (im Sinne von kosten- und nutzungsorientierter Bestandsverwaltung) und Bauphysik wird dieser Ansatz erläutert und die Eingliederung dieser Teilgebiete der Bestandsverwaltung und -bewirtschaftung in ein Gesamtsystem aufgezeigt.

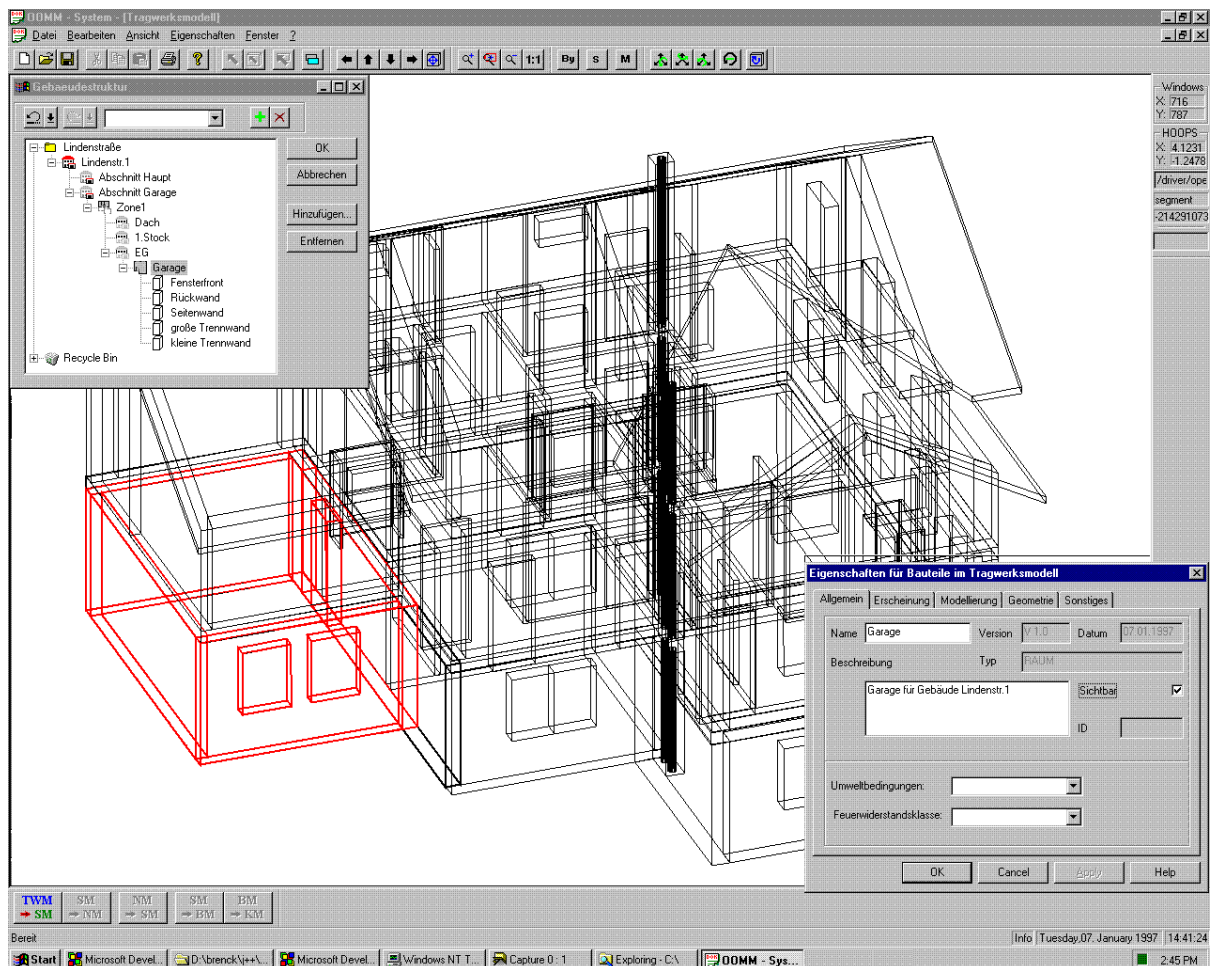
## **Einleitung**

Bereits im Bereich der Planung und Konstruktion von Tragwerken existiert die Problematik der Integration unterschiedlicher Datenbestände und Softwareprodukte aufgrund der heterogenen Struktur der Bau- und Planungsabläufe sowie der unterschiedlichen Interessen der Beteiligten. Zur durchgängigen Unterstützung des Ingenieurs im Planungs- und Konstruktionsprozeß wurde am Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen das objektorientierte Modell-Management-System OOMM konzipiert und in Form eines Prototypen implementiert [Meißner, Peters, Rüppel]. Das OOMM-System bietet eine ingenieurgerechte, bauteilorientierte Sichtweise auf das Gesamttragwerk. Genügt dem konstruktiven Ingenieur i.d.R. diese bauteilorientierte Sichtweise, so gibt es weiterreichende Problemstellungen, denen diese Darstellungsweise nicht mehr gerecht werden kann. Dies betrifft z.B. die Bereiche des Raummanagements oder der

realistischeren Betrachtung bauphysikalischer Eigenschaften, welche beide nur mit einer raumorientierten Sichtweise realistisch zu fassen sind.

Aus diesem Grund wurde das Tragwerksmodell des OOMM-Systems um ein Raumkonzept erweitert. Das Raumkonzept sowie dessen Umsetzung orientiert sich dabei stark an der DIN 277 [DIN 277]. Im Rahmen der objektorientierten Analyse wurde unter Einbeziehung der Maßgaben der DIN 277 sowie der ISO 10303-225 [STEP] ein Raummodell entwickelt, welches, ergänzt durch zusätzliche Attribute zur Erfassung bauphysikalischer Daten und erweiterter Kostenabbildungen, eine realitätsnahe Abbildung komplexer Bauwerke ermöglicht. Abbildung 1 zeigt einen typischen Bildschirmausschnitt des OOMM-Systems mit den zugehörigen Komponenten zur Raumdefinition und -verwaltung. In einer eigenen Dialogbox (links oben in der Abbildung) können die Räume mit ihren zugehörigen Bauteilen definiert und hierarchisch gegliedert werden.

Aufbauend auf diesem erweiterten System können nunmehr die Problemstellungen, die bei der Planung und Bewirtschaftung komplexer Gebäude entstehen, ganzheitlich und integrativ angegangen werden.



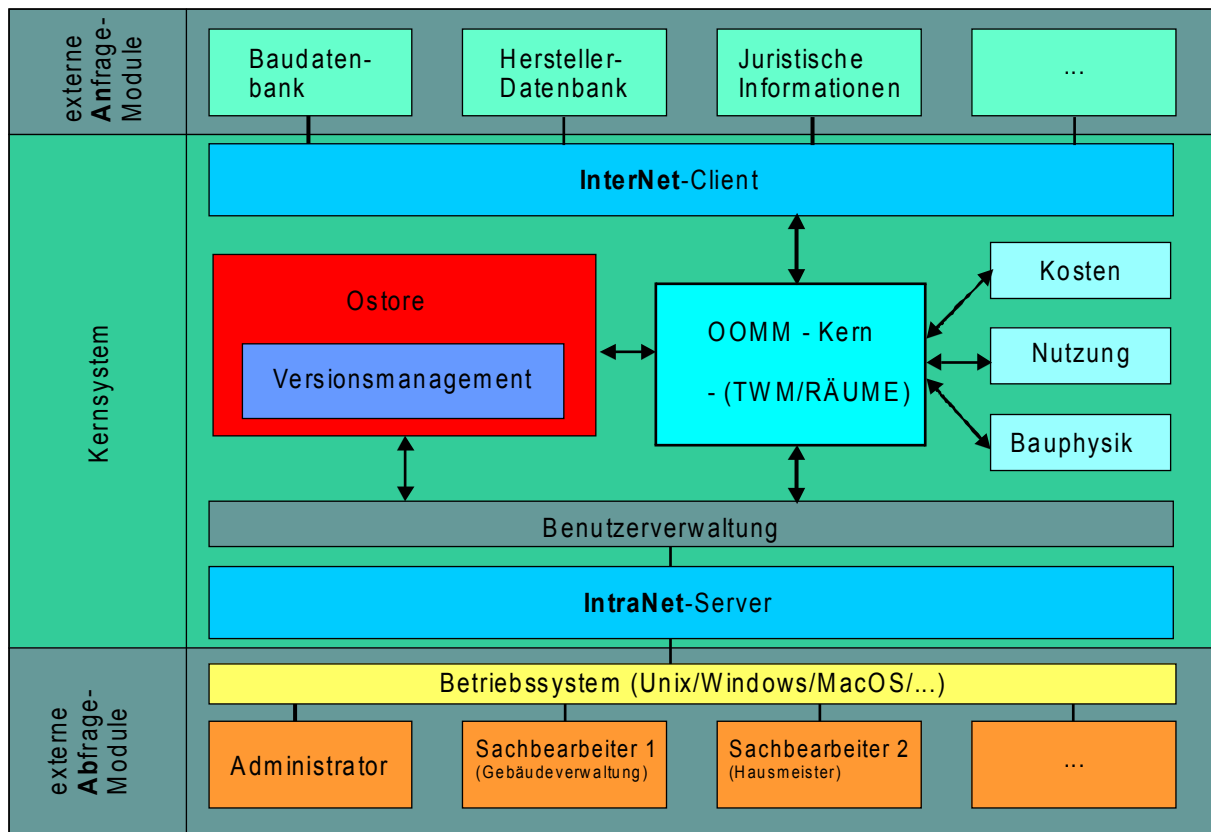
**Abbildung 1:** Bildschirmausschnitt der Benutzungsoberfläche mit Raumkomponente

## Systemarchitektur

Abbildung 2 zeigt einen Überblick über die Architektur des Gesamtsystems. Im Kern des Systems steht das raum- und bauteilorientierte dreidimensionale Gebäudemodell. Versions- und Benutzerverwaltung werden auf Basis des objektorientierten Datenbankmanagementsystems ObjectStore durchgeführt. Zusätzliche Module zur Kostenanalyse und -verfolgung, zur Bereitstellung nutzungsrelevanter Daten oder zur Ermittlung und Verwaltung bauphysikalischer Daten werden innerhalb dieses Kernsystems direkt mit dem OOMM-System verknüpft. Dieses geschieht durch Integration der einzelnen Komponenten mittels OLE 2, wie dies auch für die in Abbildung 1 aufgezeigte Raumkomponente geschehen ist.

Durch einen Intranet-Server werden Abfragemodule an dieses Kernsystem angebunden, welche, aufgrund der Implementation in JAVA [JAVA], einen plattformunabhängigen Zugriff auf das Gebäudemodell ermöglichen. Ein weiterer entscheidender Vorteil dieser Vorgehensweise ist die Möglichkeit, daß die Granularität, mit welcher der einzelne Benutzer die Daten bearbeiten kann, zentral auf Seiten des Kernsystems eingestellt werden kann. Somit kann für den einzelnen Sachbearbeiter (Hausmeister, Gebäudemanager, Systemverwalter etc.) eine individualisierbare Schnittstelle zum Kerndatenbestand ohne großen Aufwand realisiert werden, bei der gleichzeitig alle sicherheitsrelevanten Aspekte berücksichtigt werden.

Durch die Anbindung des Systems an das Internet über einen Internet-Client wird die Möglichkeit gegeben, nahezu beliebige Informationen weltweit auf einfache Weise für das System zu gewinnen. Für den Bereich der Kostenermittlung bedeutet dies z.B., daß es auf einfache Weise möglich ist, Preisauskünfte zu einem bestimmten Bereich aus unterschiedlichen Händlerdatenbanken innerhalb des Internets abfragen und direkt auswerten zu können. Dies vereinfacht den gesamten Bereich der Informationsbeschaffung erheblich und führt nicht zuletzt zu aktuelleren Datenbeständen und Kostenaufstellungen, als dies bislang z.B. aufgrund von herkömmlichen Produktkatalogen möglich ist.



**Abbildung 2:** Schematischer Überblick über die Systemarchitektur

## **Anbindung kostenrelevanter Eigenschaften**

Bereits in den frühen Phasen der Planung, der Konstruktion sowie der Bauausführung sind Aussagen über die Kosten eines Bauwerkes notwendig. Während in den frühen Planungsphasen lediglich grobe Kostenschätzungen möglich sind, können durch sukzessive Verfeinerung der zur Verfügung stehenden Unterlagen immer bessere Kostenberechnungen durchgeführt werden.

Maßgeblichen Anteil bei den Kostenberechnungen während der Bauphase haben Geometrie, Anordnung und Material der Bauteile. Im Gegensatz hierzu ist die Nutzung der bestimmende Kostenfaktor während des Bewirtschaftungszeitraumes eines Bauwerkes. Es ist somit notwendig, ein raum- und bauteilorientiertes Modell eines Bauwerkes zu entwickeln, welches alle Aspekte der Kostenplanung berücksichtigt.

Das vorgestellte Modell ermöglicht dies, indem bereits während der Planungsphase Kosten bauteilbezogen angegeben werden können. Während der weiteren Phasen (bis hin zum letztendlichen Gebäudebetrieb) können auf der Grundlage dieser bauteilbezogenen Kosten zunächst die raum- (oder allgemeiner geometrie-) bezogenen Kosten akkumuliert werden. Desweiteren ermöglicht z.B. die Anbindung weiterer Module, den Energiebedarf einzelner Räume zu ermitteln, und die daraus resultierenden Kosten zu bestimmen.

## **Konzeption zur Anbindung bauphysikalischer Eigenschaften**

Mit Nutzungsdauern von 30 bis weit über 100 Jahren gehören Gebäude zu den langlebigen Nutzungsgütern. Deshalb gewinnt der Aspekt der entstehenden Folgekosten bei der Bewirtschaftung zunehmend an Bedeutung, besonders im Hinblick auf den Heizenergiebedarf. Bei Neu- bzw. Umbaumaßnahmen baulicher Anlagen wird somit verstärkt auf die Verbesserung des Wärmeschutzes Wert gelegt. Die Wärmeschutzverordnung WSVO '95 hatte bei ihrer Einführung das Ziel, den Energiebedarf neuer baulicher Anlagen um 30% zu senken. Eine weitere Verbesserung des Wärmeschutzes verspricht der Niedrigenergiehaus-Standard (NEH), der den Energiebedarf um weitere 30% reduzieren soll.

Die Wärmeschutzverordnung WSVO '95 arbeitet z.T. mit starken Vereinfachungen, die das Rechenverfahren verkürzen sollen. Diese Vereinfachungen sind meist sehr optimistisch. Deshalb wurde in Hessen der Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung (LEG) herausgegeben, der auf wesentlich realitätsnäheren Annahmen aufbaut. Die Verwendung dieses Leitfadens ist jedoch i.d.R. nur bei der Planung öffentlicher Gebäude vorgeschrieben.

Die alte Wärmeschutz-Verordnung hingegen basierte auf Einzelanforderungen, d.h. es wurden Richtlinien für den baulichen Wärmeschutz jedes einzelnen Bauteils festgelegt. Die beiden neuen Verfahren, WSVO '95 und LEG, basieren auf einer ganzheitlichen Bilanzierung des Energiehaushalts eines Gebäudes. Der Jahres-Heizwärmebedarf setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Transmissionsverluste
- Verluste durch Belüftung
- klimatische Wärmegewinne
- interne Wärmequellen

Als Ergebnis der Energiebilanz erhält der Bauherr eines Gebäudes einen objektiven Wert, der in der Praxis nachprüfbar sein und als Vergleichsmaßstab dienen sollte. Sofern der rechnerisch ermittelte jährliche Heizwärmebedarf stark von den tatsächlich auftretenden Werten abweicht, kann an der Glaubwürdigkeit der Berechnungen gezweifelt werden, obwohl die Abweichungen meist durch die starken Vereinfachungen der Verfahren und nicht durch eine fehlerhafte Berechnung zu erklären sind. Aufbauend auf dem rechnerisch ermittelten Wert soll für Neubauten auch ein Wärmebedarfsausweis ausgestellt werden, mit dem es möglich ist, die Folgekosten bei der Bewirtschaftung eines Gebäudes abzuschätzen. Dieser Wärmebedarfsausweis kann auch als objektives Kriterium für die Ermittlung des Marktwerts eines Gebäudes herangezogen werden.

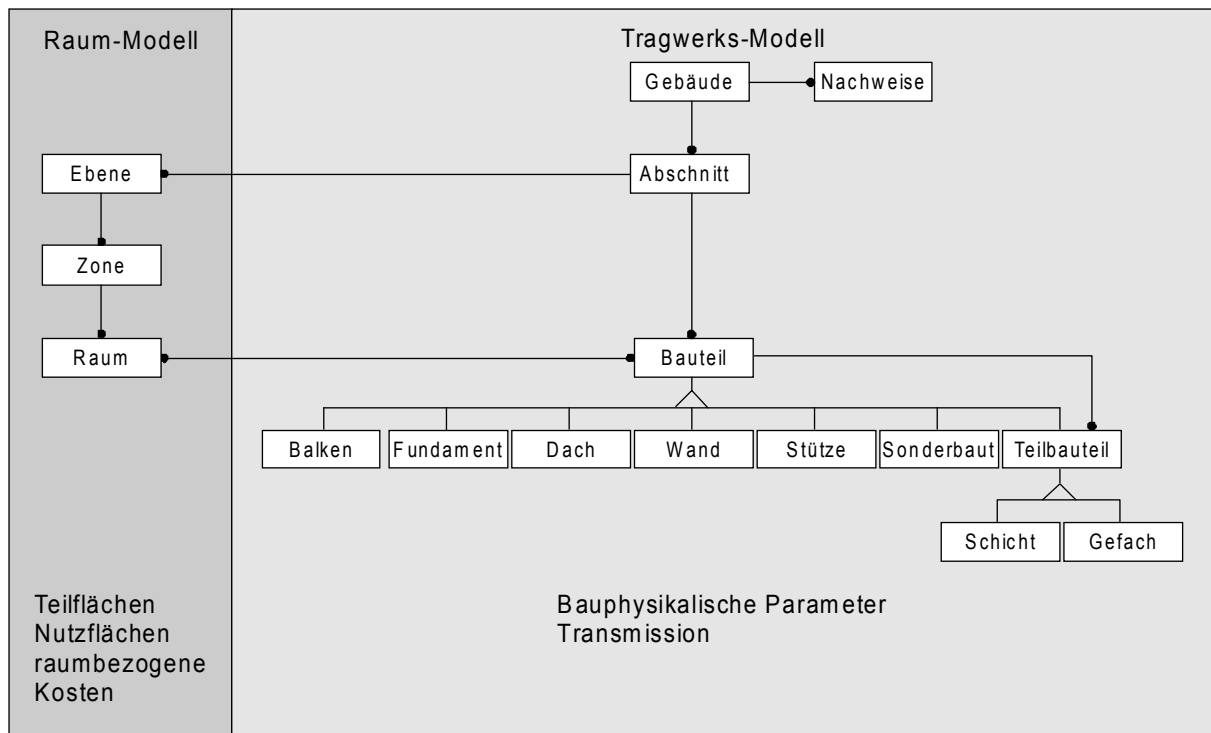
Eine wirklichkeitsnahe Bilanzierung des Energiehaushalts, die auf die starken Vereinfachungen des Verfahrens nach der WSVO '95 verzichtet, ist deshalb erforderlich. Die Bestimmung des Heizwärmebedarfs nach dem LEG ist jedoch ungleich aufwendiger. Darüber hinaus gehen in den Endenergieverbrauch auch noch Verluste aus der Heizungsanlage sowie der Nutzenergiebedarf der Warmwasser-Bereitung mit ein. Besonders für große bauliche Anlagen ist die Bestimmung des Energiebedarfs mit einem erheblichen Aufwand für die Ermittlung und Verwaltung der Parameter für die Energiebilanzierung verbunden. Eine DV-gestützte Durchführung des Berechnungsverfahrens wird somit erforderlich. Die Übernahme von Daten aus einem CAD-System in ein bauphysikalisches Berechnungsmodul ist z.Zt. nicht möglich, da die am Markt befindlichen Systeme nicht die erforderlichen Sichten auf das Bauwerk zulassen. Bei der Entwicklung eines *Bauphysikalischen Modells* müssen folgende Hauptaspekte berücksichtigt werden:

- dreidimensionale Geometriebeschreibung aller Bauteile mit Spezifikation des Bauteil-Aufbaus, z.B. Schichten, heterogene Bauteil-Strukturen (z.B. fachwerkartige Aufbauten), Sonderbauteile (z.B. Rolladenkästen) usw. (*bauteilorientierte Sicht*)
- bauphysikalische Werkstoffparameter für einzelne Bauteile und standardisierte Bauteilgruppen, die in Werkstoff-Datenbanken abgelegt sind
- klimatische Parameter, z.B. Standortbedingungen des Gebäudes, Beschreibung einzelner Bauteile bzgl. ihrer Orientierung und ihrer Lage im Gebäude
- Nutzungsarten einzelner Räume/Zonen (*raumorientierte Sicht*)
- Erfassung von Abluft- und Lüftungsanlagen und anderer Einflußfaktoren

Die Ermittlung der Transmissionsverluste setzt die Ermittlung von Flächen- und Volumenwerten einzelner Bauteile voraus. Deshalb ist die dreidimensionale Modellierung aller Geometrien erforderlich, damit die Ermittlung dieser Parameter teilautomatisch ablaufen kann. Auch für die Bestimmung der Wohn- und Nutzflächenanteile bzw. der Energiebezugsfläche ist eine ganzheitliche Modellierung notwendig, da neben den Geometrieinformationen auch noch Angaben über die Art der umliegenden Räume erforderlich sind.

Der OOMM-Systemkern unterstützt mit seinem Tragwerksmodell und seinem Raummodell beide für die bauphysikalischen Nachweise nötigen Sichten.

Auch die bestehende Tragwerksstruktur wurde im Rahmen einer objektorientierten Analyse nach Rumbaugh [Rumbaugh] um bauphysikalische Elemente erweitert.



**Abbildung 3:** OMT-Darstellung des erweiterten Tragwerksmodells

Die Bilanzierung des Energiebedarfs sieht die Einhaltung bestimmter Grenzwerte (nach LEG: 75 - 85 kWh/m<sup>2</sup>a) vor. Dabei werden jedoch keine Vorschriften festgelegt, auf welche Art dieser Grenzwert erreicht werden kann. Der Vorteil eines Bauphysikalischen Modells liegt deshalb in der Variationsmöglichkeit der Parameter, d.h. der planende Ingenieur bzw. Architekt kann leicht die Eingangswerte (z.B. einen Wandaufbau) variieren und die Auswirkungen auf den Energiehaushalt kontrollieren.

### Zusammenfassung und Ausblick

Das vorgestellte System ermöglicht es, komplexe Bauwerke bereits im frühen Stadium der Bauplanung im Hinblick auf die spätere Bewirtschaftung realitätsnah zu erfassen und zu verwalten. Durch die Integration einer Raumkomponente kann das System auch für den gesamten Bewirtschaftungszeitraums als Informations- und Verwaltungssystem verwendet werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen wird nunmehr eine Kombination der bauteilorientierten mit der raumorientierten Sichtweise geboten. Die Nutzung verteilter Informationsquellen prädestiniert das System für den Einsatz in heterogenen Netzwerken bei gleichzeitig zentraler Datenhaltung.

Um eine Optimierung der bei der Bauausführung entstehenden Kosten zu erreichen, soll eine Klassifizierung der Bauteile nach ihren möglichen Wärmeschutzmaßnahmen und den dabei entstehenden Kosten erfolgen. Jedes Bauteil kann dabei mit einer Gruppe von möglichen Ausführungs- bzw. Materialvarianten assoziiert werden. Darauf aufbauend wird eine Ermittlung der im Hinblick auf die bauphysikalischen Nachweise zulässigen Kombinationen durchgeführt. Diese zulässigen Kombinationen werden schließlich in einem Optimierungsprozeß auf die entstehenden Kosten hin untersucht. Die Variation

über die Werkstoffparameter mit den Kosten setzt eine Verwendung herstellerepezifischer Datenbanken voraus.

## **Literatur**

### **[DIN 276]**

Kosten im Hochbau, Juni 1993

### **[DIN 277]**

Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau, Juni 1987

### **[JAVA]**

The Java Language - A White Paper, SUN Microsystems, 1995

### **[LEG]**

Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung - Heizenergie im Hochbau  
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und  
Gesundheit, Wiesbaden

### **[Meißner, Peters, Rüppel]**

Graphically interactive, object-oriented modeling of structures, Proceedings  
of the VI. ICCCBE Berlin, 1995, A. A. Balkema 1995

### **[ObjectStore]**

ObjectStore Release 4, Objektorientiertes Datenbank-Managementsystem,  
Object Design, Inc., Burlington

### **[Peters, Petersen]**

Anforderungen an die Integration von Softwarewerkzeugen, Forum  
Bauinformatik, Junge Wissenschaftler forschen, Darmstadt '94,  
Fortschrittberichte VDI Reihe 20, Nr. 131, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1994

### **[Rumbaugh]**

Rumbaugh, J. et al., Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen  
Prentice-Hall International, London 1993

### **[STEP]**

ISO 10303 [STEP], Application Protocol 225, 1996

### **[WSVO]**

Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden -  
Wärmeschutzverordnung, Bonn 1995