

Zwischenbericht  
des Verbundprojektes

# **RETE<sub>x</sub> II / INTESOL**

“Integrale Planung solaroptimierter Gebäude”

für das Jahr 1997

Förderkennzeichen:

0329132E7  
0329132D  
0329132C

Projektpartner:

IKE, Universität Stuttgart  
Ebert-Ingeniere, München  
ifib, Universität Karlsruhe (TH)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>Softwarestudie Planungsplattform</b>	<b>2</b>
<b>Projektbericht des IKE</b>	<b>7</b>
Bedarfsorientierte Planung .....	7
Andere Werkzeuge .....	16
<b>Projektbericht Ebert Ingenieure</b>	<b>20</b>
Strategien zur Umsetzung integraler Planung - Managementmethoden .....	20
Analyse realer Planungsprozesse .....	26
EDV-Plattform und Werkzeuge .....	28
Planungshandbuch .....	33
<b>Projektbericht ifib</b>	<b>38</b>
Einleitung .....	38
Kooperationsmodell .....	38
Softwaretechnische Umsetzung .....	43
<b>Literatur</b>	<b>45</b>

# 1 Einleitung

Die derzeitigen technologischen und wirtschaftlichen Entwicklungen führen zu einer grundlegenden Veränderung gewohnter Arbeitsstrukturen. Im Bauwesen ist diese Entwicklung besonders deutlich zu beobachten: Immer häufiger sind klassisch operierende Teams mit den Anforderungen an den Grad der Kommunikation und der Zusammenarbeit bei der Planung komplexer Unikate überfordert. Die im gleichen Maße gestiegenen Anforderungen an Qualität, technologische Ausstattung, Komfort und Umweltverträglichkeit der Gebäude erfordern daher eine konsequente Weiterentwicklung der Vorgehensweise im Planungsprozess. Besonders interdisziplinäre Anstrengungen, wie z.B. die energetische Optimierung von Gebäuden, nehmen hierbei eine Sonderstellung ein, da diese nur durch eine sorgfältige Abstimmung der verschiedensten Einflussgrößen zum Erfolg führen. Eine Vielzahl gebauter Beispiele in Form mangelhafter Kombination hochausgereifter Einzelkomponenten unterstreicht diese Notwendigkeit.

Planung und Bau solaroptimierter Gebäude erfordert in diesem Sinne eine gewerkeübergreifende Zusammenarbeit, um die Wechselwirkungen zwischen Klima, Gebäude, Nutzung und Anlagentechnik im Planungsprozess zu berücksichtigen.

Das Verbundprojekt RETEx II / INTESOL wird von einem interdisziplinär zusammengesetztem Team aus wissenschaftlich tätigen Architekten und Ingenieuren, sowie in der Praxis aktiven Firmen bearbeitet. Die Partner versuchen in enger Zusammenarbeit eine Planungsumgebung der nächsten Generation aufzubauen. Die einzelnen Projektpartner sind:

- Institut für industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe (TH)
- Institut für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE), Universität Stuttgart
- Ebert Ingenieure, Niederlassung München (EB)
- RUD. OTTO MEYER, Hamburg (ROM)

Die Arbeiten am Verbundprojekt RETEx II / INTESOL führten im Berichtszeitraum 1997 zur Vorstellung einer Softwarestudie, welche die für den Abschluß des Projektes vorgesehenen Ergebnisse skizziert. Das überzeugende Grundkonzept dieses Ansatzes, sowie die bereits erzielte Bearbeitungstiefe führte zu Überlegungen bezüglich eines prototypischen Einsatzes der Planungsumgebung in der Praxis. Im Rahmen sogenannter TK 3 Projekte (Teilkonzept 3, Förderprogramm "Solaroptimiertes Bauen" des BMBF) werden mit Beginn des Jahres 1998 ausgewählte Planungsprojekte auf der Grundlage der im Projekt RETEx II / INTESOL bereits erarbeiteten Planungsplattform durchgeführt. Die bei der praktischen Anwendung gewonnenen Erkenntnisse können so noch in die laufenden Arbeiten des Projektes RETEx II / INTESOL im Zuge des Wissenstransfers integriert werden.

Die Gesamtlaufzeit des Verbundprojektes beträgt 3 Jahre (1996 - 1998). Der vorliegende Bericht dokumentiert die Arbeiten des Jahres 1997. Er gliedert sich in fünf Abschnitte. Zunächst wird im Überblick die Softwarestudie der Planungsplattform vorgestellt (Abschnitt 2). Anschließend stellen die Beteiligten Projektpartner in je einem Kapitel den Stand ihrer Arbeiten vor (Abschnitt 3-5). Die Firma ROM hat Ihren Arbeitsschwerpunkt im Projekt RETEx II, was zu einer gesonderten Berichterstattung führte.

## 2 Softwarestudie Planungsplattform

Die Arbeiten am Verbundprojekt RETEX II / INTESOL haben die Entwicklung einer Planungsplattform zum Ziel, welche als Computer-basierte Arbeitsumgebung die Verknüpfung komplexer Teilaspekte der Bauplanung mit Schwerpunkt im Bereich der energetischen Optimierung von Gebäuden im Sinne eines integralen Lösungsansatzes technisch ermöglicht und methodisch unterstützt.

Zu dieser Planungsplattform wurde im Herbst 1997 vom Projektpartner ifib eine Softwarestudie entwickelt, welche die funktionalen Möglichkeiten bei der Zusammenarbeit räumlich verteilter Partner sowie die wichtigsten Benutzerschnittstellen der Planungsplattform darstellt. Die Softwarestudie kommt besonders bei der Vorbereitung von Projekten zur praktischen Anwendung der RETEX II / INTESOL Forschungsergebnisse (z.B. BMBF Förderkonzept Solaroptimiertes Bauen, Teilkonzept 3, Anwendungen in der Bauindustrie etc.) zum Einsatz.

Die betriebssystemunabhängige Softwarestudie wurde basierend auf LOTUS DOMINO, einer Client-Server Architektur mit http-Protokoll und Web-Clients entwickelt. Sie wird ergänzt durch verschiedene WWW Technologien zur Visualisierung und Kommunikation (Viewer, MS NetMeeting für Video Konferenz/Application Sharing, etc.). Die Softwarestudie belegt deutlich, daß als grundlegende Voraussetzung zur Arbeit mit der Planungsplattform lediglich ein Arbeitsplatzrechner mit den üblichen Leistungsmerkmalen, sowie ein zuverlässiger Internetzugang erforderlich ist.

Im Rahmen der Planungsplattform lassen sich alle Werkzeuge einsetzen, von welchen die Planungsbeteiligten eine optimale Bearbeitung ihrer Aufgaben erwarten (CAD, Textverarbeitung, IKE-Vorplanungstool, Simulationsprogramm, Fragekatalog EB-Info etc.). Die Abstimmung und Definition erforderlicher Schnittstellen/Austauschformate durch die Planungsbeteiligten spielt dabei eine zentrale Rolle.

Der Datenaustausch zwischen dem Architekturmodell (realisiert mit AutoCAD) und dem Ingenieurmodell erfolgt auf Basis von STEP-EXPRES über das in der VDI 6021 definierte Austauschformat. Die zum Erstellen des Ingenieurmodells notwendigen fachspezifischen Angaben werden durch das Werkzeug OPTIMA generiert. Die Speicherung von Objekten der Klassen zur Beschreibung des Gebäudes, sowie seiner thermischen Modelle und Anlagen erfolgt durch das relationale Datenbanksystem ORACLE. Die Planungsplattform umfaßt so auch eine erste Implementierung der Industrie Foundation Classes (IFC), wie sie von der Internationalen Agentur für Interoperabilität spezifiziert wurde. Die Planungsplattform ist so eine allgemeine Arbeitsumgebung der Projektbeteiligten und stellt daher das Bindeglied zwischen den heterogenen Netzwerkumgebungen einzelner Planungsbeteiligter dar. Nachfolgend werden exemplarisch die wichtigsten Benutzeroberflächen und ihre Funktionalitäten aus Sicht des Benutzers "Architekt" und anhand eines typischen Arbeitsablaufes vorgestellt.

Zu Beginn einer Arbeitssitzung mit der RETEX II / INTESOL Planungsplattform erfolgt die Anmeldung am System, wobei am Beispiel der Softwarestudie mit dem Benutzernamen *demonstrator/ifib* und dem Kennwort *gast* die Rolle des Architekten eingenommen wird.

Zunächst wird nun aus einer Projektliste das zu bearbeitende Projekt, im vorliegenden Fall ein Bürogebäude in Karlsruhe, ausgewählt, womit der Einstieg in die Projektarbeit erfolgt. Mit der ersten Benutzeroberfläche, dem *Navigator* erhält der angemeldete Architekt zunächst, entsprechend seiner Sicht und Aufga-

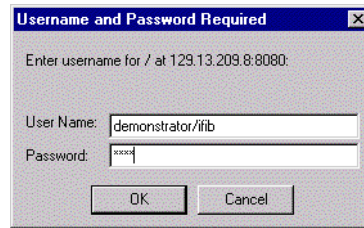


Abb. 2.1: Abfrage Benutzername und Kennwort

ben, einen Überblick über den aktuellen Status des Projektes. Untergliedert in *Kontextbereiche* (z.B. Gestaltung, Energie, Projektmoderation, etc.), werden verschiedene Projektaspekte, welche in der Summe das Gesamtprojekt beschreiben, dargestellt. Zustandsanzeigen in Form roter Fahnen kennzeichnen den Status der *Kontextbereiche* (in Vorbereitung, in Arbeit, ruhend). Die Inhaltlichen Abhängigkeiten der *Kontextbereiche* untereinander werden durch das Überfahren mit der Maus sichtbar. Der Navigator erlaubt so den raschen Überblick über den Gesamtstatus des Projektes, sowie den intuitiven Umgang mit den verschiedensten Abhängigkeiten der Planungsarbeit, welche sowohl in unmittelbarem (benötigte Ressourcen, Arbeitsgrundlagen) als auch in mittelbarem (funktionale Zusammenhänge des Gebäudes, Planungsfortschritt) Zusammenhang mit der eigenen Tätigkeit stehen.

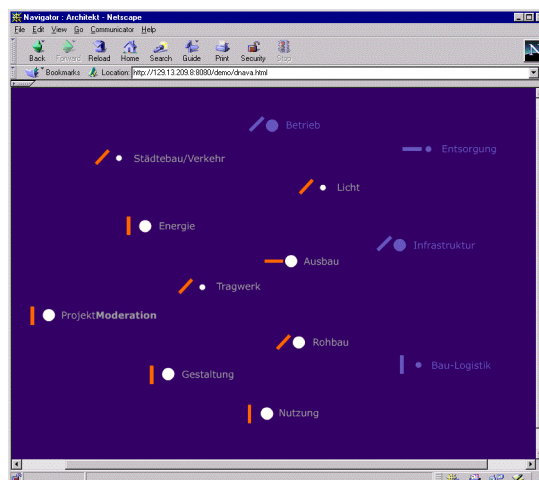


Abb. 2.2: Benutzeroberfläche "Navigator"

Der Einstieg in die inhaltliche Arbeit am Projekt erfolgt über die Kontextbereiche. Durch Mausklick erschließt sich im vorliegenden Beispiel der Architekt die kontextspezifische Arbeitsumgebung aller Beteiligten des Projektaspektes "Gestaltung". Alle zur Projektarbeit erforderlichen Bereiche wie Navigation, Teamkommunikation, InfoContainer, Werkzeugkasten, etc. werden dem Benutzer als virtueller Schreibtisch in graphischer Form zur Verfügung gestellt. Um in einen anderen Kontextbereich wie z.B. "Energie" zu wechseln, kann durch Mausklick auf die Bezeichnung "Gestaltung" wieder in die Oberfläche des Navigators gewechselt werden.

### *Teamkommunikation*

Die Elemente der kontextspezifischen Arbeitsumgebung sind in allen Kontextbereichen identisch. Das Team, sowie die in den verschiedenen Bereichen der Arbeitsumgebung enthaltenen Dokumente, Funktionen und Werkzeuge ent-

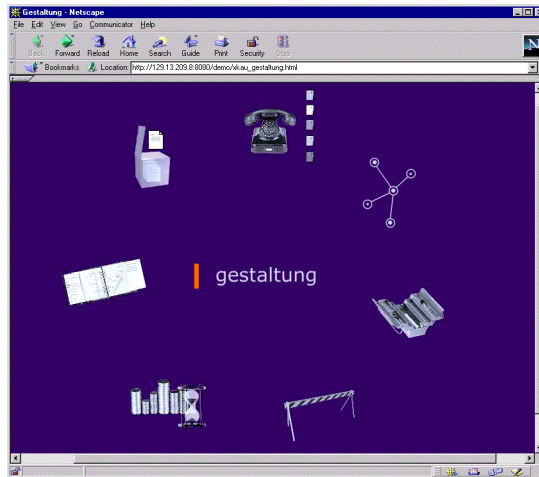


Abb. 2.3: KAU Gestaltung

sprechen aber den individuellen Anforderungen des jeweiligen Kontextbereiches. In der kontextspezifischen Arbeitsumgebung ist im Bereich Teamkommunikation das beteiligte Team, (Akteure und deren Rollen wie z.B. Moderator und Planer), graphisch dargestellt. Durch Mausklick kann nun die personalisierte Kommunikationsumgebung, im vorliegenden Beispiel die Umgebung des Architekten, erreicht werden. Alle Werkzeuge zur Kommunikation wie Mail, Terminplanung, Memos etc. stehen hier zur Verfügung. Dieser Bereich steht nur dem jeweiligen Akteur offen und ist durch dessen Benutzername und Kennwort geschützt. Die Kommunikationsumgebung der anderen Akteure, z.B. die des HLK-Ingenieurs ist durch eine erneute Passwortabfrage geschützt.

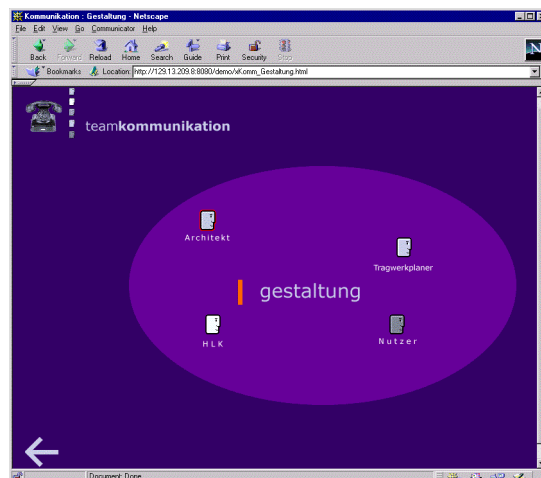


Abb. 2.4: Teamkommunikation Gestaltung

### *InfoContainer*

Im InfoContainer sind alle, den jeweiligen Kontext betreffenden Dokumente und Informationen enthalten. Nach abgestimmten Kriterien (Layerstrukturen, Austauschformate, etc.) werden hier z.B. Pläne, Schriftdokumente und Aktennotizen, gesondert nach Version und Zuständigkeit bearbeitet und verwaltet. Die im Kontextbereich vertretenen Akteure können entsprechend ihren Rechten (definiert durch Benutzername und Kennwort) auf die Dokumente zugreifen und diese verändern oder lesen. Planungsbeteiligte anderer Kontextbereiche haben in der Regel reine Leserechte. Durch entsprechende "Viewer" (Werkzeuge zur reinen Darstellung eines Dokumentes) können so spezifische Formate der Text-

verarbeitung, CAD oder Simulation von allen Planungsbeteiligten eingesehen werden. Zur inhaltlichen Bearbeitung werden die Dokumente "ausgecheckt", also vom Projektserver in das entsprechende Werkzeug geladen. Nach erfolgter Bearbeitung wird das Dokument wieder auf dem Server "eingechekkt" und so als überarbeitete- oder neue Version den anderen Planungsbeteiligten zur Verfügung gestellt. Dies kann in Form einer automatischen Benachrichtigung (Workflow) derjenigen, welche davon betroffen sind, erfolgen. Diese Benachrichtigung wird elektronisch dokumentiert, so daß sie auch in späteren Bearbeitungsphasen leicht nachvollzogen werden kann (Stichwort Rechtsverbindlichkeit und QM).

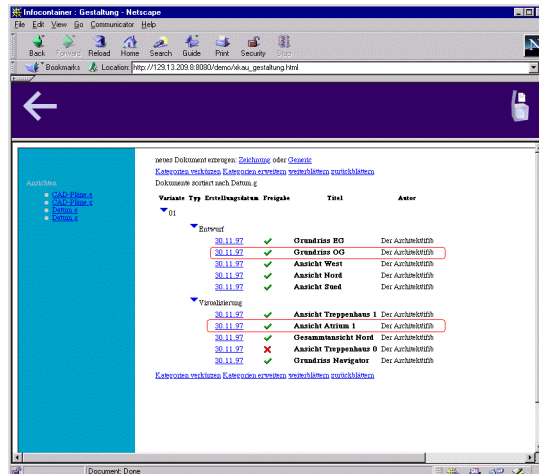


Abb. 2.5: Infocontainer Gestaltung

### Werkzeugkasten

Der Werkzeugkasten enthält Referenzen auf alle, zur Projektarbeit erforderlichen Werkzeuge, wie z.B. CAD-, Simulations-, Textverarbeitungs- oder Tabellenkalkulationsprogramme. Die Werkzeuge und deren Austauschformate werden zu Projektbeginn bzw. nach Bedarf von den Planungsbeteiligten abgestimmt. Handelsübliche Softwarepakete, wie z.B. AutoCAD, müssen dabei auf dem jeweiligen Arbeitsplatzrechner installiert werden. Im weiteren Verlauf des Vorschungsprojektes RETEx II / INTESOL ist jedoch die Implementierung prototypischer Werkzeuge (z.B. Vorplanungstool PREDESIGN) geplant, welche nicht mehr lokal, sondern über das Netz betrieben werden.

### Navigation

Der Bereich "Navigation" ermöglicht, entsprechend den inhaltlichen und strukturellen Abhängigkeiten zwischen den Kontextbereichen die rasche Navigation von einer Arbeitsumgebung in eine andere. Bekommt der Architekt z.B. eine Nachricht vom HLK-Ingenieur mit dem Hinweis auf ein Dokument, welches für seine weitere Arbeit erforderlich ist, so kann er sofort in den Kontextbereich "Energie" wechseln um das Dokument zu lesen und sein weiteres Vorgehen danach abzustimmen. Zusätzlich besteht mit der Verbindung der Kontextbereiche natürlich auch die Möglichkeit, sich frei über den Stand der Arbeiten bei den Projektpartnern zu informieren, was die Entstehung von Synergien stark fördert. Der Bereich Navigation ist daher integraler Bestandteil bei der Umsetzung des im Rahmen von RETEx II / INTESOL entwickelten Planungsmodells, welches explizit eine stark erhöhte Transparenz zwischen den Planungsbeteiligten zum Ziel hat.

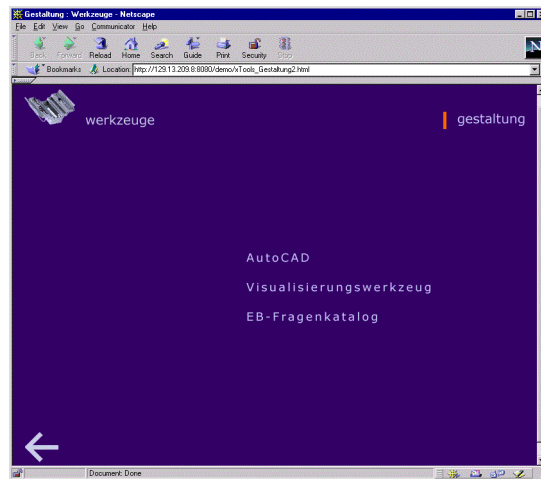


Abb. 2.6: Werkzeuge Gestaltung

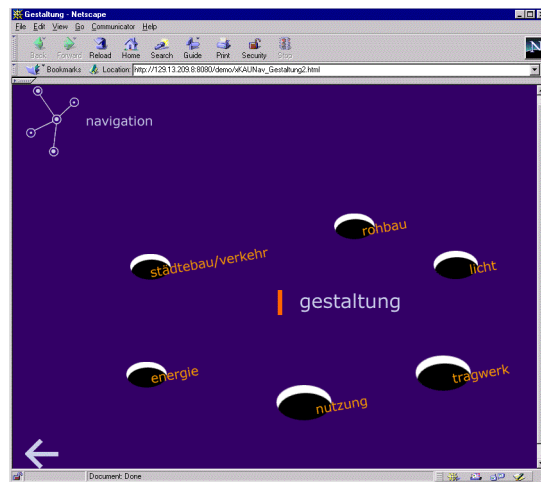


Abb. 2.7: Navigation Gestaltung

Die Bereiche Aufgaben/Anforderungen, Ressourcen und Allgemeines sind in der vorliegenden Softwarestudie noch nicht mit den entsprechenden Funktionalitäten hinterlegt. Im weiteren Verlauf des Projektes werden diese Bereiche entsprechend in das Gesamtsystem eingebunden.



## 3 Projektbericht des IKE

### 3.1 Bedarfsorientierte Planung

#### 3.1.1 Grundlagen der bedarfsorientierten Planung

Mit der bedarfsorientierten Planung von heiz- und raumluftechnischen Anlagen soll dem planenden Ingenieur und allen seinen Partnern - Architekt, ausführender Ingenieur, Betriebsingenieur - eine Methode vermittelt werden, wie heiz- und raumluftechnische Anlagen bedarfsorientiert zu konzipieren und zu planen sind. Die bedarfsorientierte Planung beruht auf der konsequenten Einbeziehung des Gebäudeentwurfs, der verwendeten Baustoffe, des Dämmstandards, aber auch der Lage, des Klimas, sowie der sonstigen Gebäudeeigenschaften wie z.B. solaroptimierte Zielsetzung. Weiterhin kommt der Nutzung eine bedeutende Rolle zu. Mit der bedarfsorientierten Planung werden Architekten und ausführende Ingenieure unterstützt, den Anforderungen des Nutzers (oder des Auftraggebers) im Planungsablauf früh zu folgen, ihr Fachwissen früh einzubringen um daraus Funktionen abzuleiten, die von den heiz- und raumluftechnischen Anlagen zu erfüllen sind. In der Konsequenz dieser Vorgehensweise entstehen bessere Gebäude mit einer darauf abgestimmten Technik, die auch vom Menschen akzeptiert und dadurch auch in Anspruch genommen wird. Letztlich bieten diese Gebäude höheren Komfort und sind trotzdem energiesparend. Hierzu werden bereits in /1/ Vorarbeiten geleistet. Der Ansatz wird weiterverfolgt, an einem Beispiel (Dentallabor) konkretisiert und als Demonstrator auf der INTESOL-Plattform umgesetzt.

#### Beispiel: Dentallabor

Ein Dentallabor-Unternehmen plant die Errichtung eines Zweigstellen-Gebäudes. Dabei handelt es sich um ein zweigeschossiges, freistehendes Lager/Gewerbe-Gebäude mit einer Mitarbeiterwohnung im DG. Im Keller befinden sich zwei Lagerräume, ein Laborraum sowie ein WC, im Erdgeschoß ist das Dentallabor (2 Arbeitsräume, 1 Büro, 1 Teeküche) vorgesehen. Die Stockwerke haben den gleichen Grundriß, die Nutzflächen betragen jeweils 75m<sup>2</sup>.

Der Bauherr vermittelt seinem primären Ansprechpartner, dem Architekten im allgemeinen nur grobe Zielvorgaben - eher Wünsche - an sein Bauvorhaben. Ungefähr so:

- viel Tageslicht
- im Winter soll es warm sein, im Sommer kühl
- ausreichende Luftqualität
- Unterstreichung des ökologischen Image
- Gebäude soll wirtschaftlich sein

Genauere Angaben sind vom Bauherren meist nicht zu erfahren, er besitzt weder das Fachwissen noch verfügt er über genug Erfahrung, seine Wünsche ausreichend genau zu benennen. Der Architekt erstellt dann - zunächst nach ästhetischen Gesichtspunkten - einen Entwurf des Gebäudes. Aspekte der Heiz- und Raumluftechnik oder der anderer Fachplaner sind meist wenig enthalten. Der Planer ist dann oft vor eine unlösbare Aufgabe gestellt: Er muß, trotz Defiziten im Entwurf, sicherstellen, daß die Wünsche des Bauherrn eingehalten werden. Dies ist dann nur entweder mit einem erhöhten Planungsaufwand (Än-

derungen) oder mit einer aufwendigeren Anlagentechnik - und damit mit höheren (Betriebs-) Kosten - lösbar.

Bei der bedarfsorientierten Planung formulieren Bauherr, Architekt und Planer möglichst gemeinsam und frühzeitig Anforderungen und Randbedingungen:

**Anforderungen:**

Im Dentallabor werden besonders hohe Anforderungen an die Nutzung gestellt. Der Umgang mit Zahnersatzbauteilen erfordert einen möglichst großen Tageslichtanteil. Damit die Angestellten produktiv arbeiten können, stellt der Bauherr hohe Anforderungen an thermische Behaglichkeit. Die Räume des Dentallabors, insbesondere die Laborräume sollen durch eine entsprechende Lüftungsanlage bedarfsgerecht mit Außenluft versorgt werden. Weiterhin möchte das Unternehmen sein ökologisches Image durch den Bau eines besonders energiesparenden Gebäudes unterstreichen. Der Bauherr stellt damit sowohl ökonomische als auch ökologische Anforderungen.

**Randbedingungen:**

Das Gebäude soll an einer stark befahrenen Straße in einem Industriegebiet Stuttgarts gebaut werden. Es ist freistehend und wird durch keine anderen Gebäude verschattet. Das Gebäude wird nach der WSV 95 gebaut. Durch Brennöfen und andere Geräte im Labor treten sehr hohe innere Lasten auf.

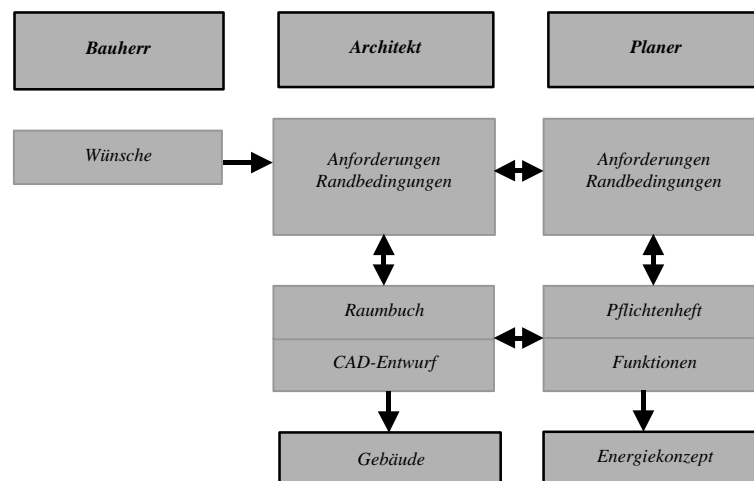


Abb. 3.1: Vorgehen in der Vorplanung

Anschließend überträgt der Planer die gewonnenen Informationen mit Hilfe seines Fachwissens in ein Pflichtenheft. Es ist vorgesehen, das Pflichtenheft innerhalb des Raumbuchs zu führen. Die Struktur des Pflichtenhefts geht auf die VDI Richtlinie 6021 /2/ „Datenaustausch für die thermische Lastberechnung von Gebäuden,“ zurück, die Gebäudestruktur (Projekt, Gebäude, Ebene, Raum) lässt sich also automatisch aus dem CAD-HKLS-File erstellen (siehe Kapitel 3.3.2). Das Pflichtenheft ermöglicht dem Planer zunächst einen Überblick über die Struktur des Gebäudes zu bekommen. Für die Raumheizung wird das in der künftigen VDI 6030 /3/ vorgeschlagene Pflichtenheft TGA angewendet. Es enthält vier Rubriken, „Raumbuch,“, „Nutzung,“, „Behaglichkeitsvorgaben,“ und „sonstige Vorgaben,“, unter denen jeweils die entsprechenden Angaben für jeden Raum im Gebäude angegeben werden. Unter der Rubrik „Raumbuch,“ sind die Räume aufgelistet und eindeutig deren Ebene, Gebäude und Projekt zugeordnet. Unter „Nutzung,“ sind Angaben zur Nutzungszeit, zu den vorliegenden inne-

ren Lasten sowie zur Lüftung zu machen. Unter der Rubrik „Behaglichkeitsvorgaben,“ trägt der Planer die vom Auftraggeber gewünschten Behaglichkeitsanforderungen ein: Auslegungsinnentemperatur, Behaglichkeitszonen, und die entsprechende Anforderungsstufe. Unter „sonstige Vorgaben,“ werden Angaben zu Aufheizreserve und Zusatznutzen gemacht. Dies erfolgt in ständiger Abstimmung mit dem Auftraggeber/Nutzer, dem Architekten und eventuell anderen Fachplanern (siehe Bild 3.1). Auf diese Weise erhält man ein umfassendes, von allen akzeptiertes Anforderungsprofil. Der Planer erhält so die Grundlage, Funktionen der Anlagentechnik abzuleiten und damit ein ideal geeignetes Heizsystem auszuwählen. Dem Architekten wird frühzeitig der Zusammenhang zwischen Raumgestaltung und Erfordernissen der Heizanlage aufgezeigt. Damit ist das Vorgehen auch eine Hilfe für den Bauherrn, seine Vorstellungen und Wünsche ausreichend detailliert anzugeben.

Im weiteren wird gezeigt wie sich das Pflichtenheft für das Beispiel-Projekt zusammensetzt, zunächst sind die einzelnen Bestandteile detailliert beschrieben, in Tabelle 3.1 ist das fertige Pflichtenheft dargestellt.

## **Nutzung:**

### *Allgemeine Betriebszeit*

Die allgemeine Betriebszeit umfaßt den Zeitraum, in dem die Anforderungen unter „Behaglichkeits-,“ und „sonstigen Vorgaben,“ eingehalten werden müssen. Die Betriebszeit gibt z.B. Auskunft über Zeiträume in denen die Anlage mit abgesenktem Betrieb gefahren werden soll.

Im Beispiel gibt der Bauherr für die Arbeitsräume im Erdgeschoss eine Nutzungszeit von 24 Stunden vor, während Labor und WC im Keller nur zwischen 8:00 Uhr und 18:00 Uhr betrieben werden müssen. In der Wohnung im Dachgeschoss bestehen ebenfalls sehr unterschiedliche Betriebszeiten. Diese sind vom Planer bei der Anlagenkonzeption zu berücksichtigen.

### *Innere Lasten*

Die Existenz und die Höhe von inneren Lasten hat einen erheblichen Einfluß auf den Betrieb von heiz- und raumluftechnischen Anlagen /4/. Es ist daher dringend erforderlich den Einfluß der vorhandenen Lasten abzuschätzen und im Pflichtenheft zu dokumentieren. Im Beispiel Dentallabor beträgt die Anschlussleistung zweier Brennöfen 1.000 W. Zusammen mit den restlichen elektrischen Geräten (PC und Drucker im Chef-Büro sowie Beleuchtung) betragen die inneren Lasten bereits mehr als die Normheizlast. Dieser Zusammenhang muß bei der Konzeption der Anlagen unbedingt berücksichtigt werden (zum Beispiel schnelle Regelung vorsehen, heizen nur zum Aufheizen, weitere Heizlast wird durch Geräte abgedeckt).

### *Lüftung*

Unter der Spalte „Lüftung,“ wird der notwendige flächenbezogene Aussenluftstrom angegeben. Vorschläge dafür sind in DIN 1946 /5/ enthalten. Für den Laborraum im Keller wird ein maximaler Außenluftstrom von 60 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>h) für Notfälle (Verschüttung gefährlicher Stoffe) empfohlen. Für die anderen Arbeitsbereiche genügt ein Außenluftstrom von 25 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>h).

Der Planer kann somit früh entscheiden, ob er Möglichkeiten der mechanischen Lüftung vorsehen muß (Platzbedarf für Geräte und Kanäle, Wanddurchbrüche, Leistungen).

## **Behaglichkeitsvorgaben:**

Jeder Bauherr hat eine individuelle Vorstellung von thermischer Behaglichkeit. Aufgabe des Planers ist es, diese Vorstellung zu übertragen und Funktionen der Heizanlage zu formulieren. Als Parameter für Behaglichkeit sind im Beispiel-Pflichtenheft nach Tab. 3.1 folgende Angaben zu machen:

#### *Auslegungsinntemperatur*

Die Auslegungsinntemperatur ist die Innentemperatur, die für den Auslegungsfall festgelegt wird. Vorschläge für ihren Wert für Räume unterschiedlicher Nutzung enthält DIN EN 12831 /6/ bzw. DIN 4701-2 /7/. In der rechten Spalte unter „Auslegungs-Innentemperatur,“ sind die Temperaturen angegeben, die im Absenk-Betriebsfall nicht unterschritten werden dürfen.

#### *Behaglichkeitszonen*

Die Behaglichkeitszone definiert den Teil eines beheizten Raumes, in dem die gewünschte Anforderungsstufe gilt. Ihre Ausdehnung und Lage ist abhängig vom jeweiligen Heizsystem. Die Vorgabe der Behaglichkeitszone dient daher der Auswahl des am besten geeigneten Heizsystems, der Heizflächen und ihrer Anordnung mit der Festlegung der Anforderungsstufe. Die durch den Auftraggeber vorgegebene Behaglichkeitszone wird durch horizontale und vertikale Flächen begrenzt. Also durch Abstände von den Umfassungsflächen bzw. durch Raumhöhen.

Da die Räume im Beispiel relativ klein sind, wünscht der Bauherr für die intensiv genutzten Arbeitsräume, für Wohnzimmer und Bad eine maximale Behaglichkeitszone, d.h. die Abstände zwischen Behaglichkeitszone und Umfassungsflächen sollen in diesen Räumen so gering wie möglich sein.

#### *Anforderungsstufen*

Für die gewählte Behaglichkeitszone läßt sich die gewünschte Behaglichkeitszone durch unterschiedlich, umfangreiche Beseitigung der Behaglichkeitsdefizite festlegen. Dabei sind nach VDI 6030 drei Anforderungsstufen möglich:

- Stufe 3: Deckung der Normheizlast und vollständige Beseitigung der Behaglichkeitsdefizite (Fallluftströmung und Strahlungsdefizit an Fenster und/oder Außenwand).
- Stufe 2: Deckung der Normheizlast und teilweise Beseitigung der Behaglichkeitsdefizite (z.B. Beseitigung nur der Fallluftströmung).
- Stufe 1: Deckung der Normheizlast ohne Beseitigung von Strahlungsdefizit und Fallluftströmung.

### **Sonstige Vorgaben:**

#### *Aufheizreserve*

Die Aufheizreserve wird definiert als Leistungsreserve zum Zweck der Aufheizung eines Raumes aus den Absenkbetrieb heraus. Sie ist ein Zuschlag auf die Normheizlast.

Eine Aufheizreserve muß vorgesehen werden, wenn eine zeitweise eingeschränkte Beheizung möglich sein soll.

Um die Arbeitsräume und das Bad nach den Absenkbetrieb schnell wieder auf Auslegungsinntemperatur zu bringen, wird vom Planer eine Aufheizreserve von 50% bzw. 100% (Bad) vorgeschlagen.

**Zusatznutzen**

Unter Zusatznutzen versteht man die über die „normalen„ Funktionen (Heizlast decken, Behaglichkeitsdefizite minimieren) hinausgehenden Funktionen (z.B. Handtuchhalter im Bad, Garderobenheizkörper).

Der Bauherr wünscht einen Handtuchhalter im Badezimmer der Wohnung.

Tabelle 3.1 zeigt das vollständig ausgefüllte Pflichtenheft für das Beispiel Dentallabor. Wie zuvor beschrieben und in Bild 3.1 ersichtlich, leitet der Planer anhand des Anforderungsprofils im Pflichtenheft Funktionen ab, die das Heizsystem erfüllen muß: Dies sind z.B. für die Heizanlage:

- Deckung der Normheizlast
- gute Nutzenübergabe im Raum (Fähigkeit des Heizsystems schnell auf innere und äußere Lasten zu reagieren)
- zonenweise Regelung der Raumtemperatur
- zeitweise eingeschränkte Beheizung (Nacht- u. Betriebsferienabsenkung)
- Bereitstellung einer Aufheizreserve zur schnellen Aufheizung nach einer zeitweise eingeschränkten Beheizung
- zonenweise vollständige Beseitigung von Falluftströmung und Strahlungsdefizit an Fenster und/oder Außenwand
- Handtuchhalter im Bad

Und für die Lüftungsanlage:

- Bereitstellen eines entsprechenden Außenluftstroms
- geringe Geräuschentwicklung
- niedrige Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich

<b>Pflichtenheft Heizung</b>													
<b>Projekt: INTESOL-Demonstrator</b>													
<b>Gebäude: Neubau Lager/Gewerbe-Gebäude mit Wohnung im DG</b>													
Raumbuch			Nutzung					Behaglichkeitsvorgaben			sonst. Vorgaben		
Ebene	Bezeichnung	Raumart	Nutzungszeit	innere Lasten			Lüftung	Auslegung		Anforderungsstufe	Aufheizreserve	Zusatznutzen	
			in h	Pers. in Pers.	Geräte in W	Betr.-zeit in h	Außenluftstrom in m³/(m²h)	Innentemp. Ø <sub>max</sub> in °C	Behaglichkeitszone				
- 1	KG	Lager 1	0:00-24:00	-	-	-	-	18	-	-	1	-	-
		Labor	8:00-18:00	-	300	0:00-24:00	25 - 60	20	-	max.	1	-	-
		WC	8:00-18:00	-	-	-	-	25	20	-	max.	1	-
0	EG	Lager 2	0:00-24:00	-	-	-	-	18	-	-	1	-	-
		Arbeiten 1	0:00-24:00	3	500	0:00-24:00	25	20	17	max.	3	50	-
		Teeküche	0:00-24:00	-	-	-	-	20	17	max.	3	50	-
		Chef-Büro	0:00-24:00	1	250	0:00-24:00	-	20	17	max.	3	50	-
1	DG	Arbeiten 2	0:00-24:00	2	500	0:00-24:00	25	20	17	max.	3	50	-
		Wohnen	8:00-24:00	2	200	20:00-24:00	-	22	-	max.	3	50	-
		Küche	8:00-20:00	-	-	-	-	20	-	-	2	-	-
		Bad	6:00-22:00	-	-	-	-	24	-	max.	3	100	Handtuch
		Schlafen	22:00-8:00	2	-	-	-	20	-	-	2	-	-

Tabelle 3.1: Ausgefülltes Pflichtenheft für Beispielgebäude

Die Auswahl des Heizsystems kann über das in 3.4.1 beschriebene Vorplanungstool zur individuellen Bewertung von Heizsystemen erfolgen.

### 3.1.2 Unterstützung der Planung durch Simulation

Der Fortschritt des Bauwesens bzw. der zunehmende Anspruch an die Architektur konfrontiert den Planer von heiz- und raumluftechnischen Anlagen mit zunehmend umfangreichen, komplexen Gebäuden. Der verstärkte Einsatz von Glas als Werkstoff für Fassadenbauteile und der Einsatz neuartiger Werkstoffe (z.B. Transparente Wärmedämmung) führen zu teilweise unvorhergesehenen, von bisherigen Erfahrungswerten abweichenden Verhalten von Gebäuden. Weiterhin hat auch der Mensch (Nutzer) seine individuelle Forderung an seine Umgebung, dessen Raumklima und Behaglichkeit erweitert. Daher ist es nicht verwunderlich, daß immer häufiger Gebäude geplant und gebaut werden und erst später im Betrieb festgestellt wird, daß die Anforderungen an das Raumklima und die Behaglichkeit bei weitem nicht erfüllt werden. In vielen Fällen hätte ein Vorgehen nach 3.3.1 Abhilfe geschaffen. Des weiteren kann mit Simulation in der Vorplanungsphase das thermisch dynamische Verhalten im voraus berechnet werden. Wegen dem hohen Zeitaufwand und den dadurch hohen Kosten wird die Gebäudesimulation nur selten im Vorplanungsstadium eingesetzt. Der Zeitaufwand beruht hauptsächlich darauf, daß der Simulationsingenieur die vorhandenen Gebäudedaten aus den Zeichnungen „von Hand,“ herausmessen und dann in das Programm eingeben muß. Damit dieser zeitaufwendige Prozeß automatisiert werden kann, muß der Datenaustausch zwischen CAD-System der Gebäudeplanung (Architektur) und EDV-Systemen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) durch ein Schnittstellenformat geregelt werden.

#### 3.1.2.1 Datenaustausch CAD-Gebäudesimulation

Als Grundlage für die Regelung des Datenaustausches dient die VDI 6021 /2/. Die Richtlinie legt ein Schnittstellenformat fest, das vollständig offen gelegt ist. Das Format nutzt die Beschreibungssprache EXPRESS und das STEP-(Standard for the Exchange of Product Model Data) Physical-File-Format. Das der Schnittstelle zugrunde liegende Gebäudemodell beschreibt die Gebäudeelemente, ihre Eigenschaften sowie die Beziehungen zwischen den Bauteilen. Hierbei handelt es sich um ein topologisches Modell, das für Berechnungen des thermischen Verhaltens von Gebäuden völlig ausreichend ist /1/.

Im Rahmen des IAI-Projekts Building-Service 4 (BS-4) - HVAC Loads Calculation wird ein internationaler Standard in Anlehnung an die VDI 6021 beschrieben. Das Projekt wird vom Deutschen Chapter der IAI geleitet und sichert, daß die Ergebnisse der VDI 6021 in IFC (International Foundation Classes) einfließen. Die derzeit gültige Version liegt als Release 1.5 /8/ vor. Da die Arbeiten weder in VDI 6021 noch bei der IAI vollständig abgeschlossen sind, gibt es derzeit noch kein CAD-System auf dem Markt, das diese Schnittstelle unterstützt.

Um die Durchgängigkeit der Methode zu demonstrieren, wird daher als Zwischenlösung die Auto-CAD-Applikation (VP-3D) /9/ eingesetzt. VP-3D definiert Gebäudeelemente als Objekte und deren Eigenschaften als Objektattribute (siehe Bild 3.2). Des weiteren generiert VP-3D die in der Zeichnung enthaltenen Beziehungen zwischen den Gebäudeelementen automatisch. Das Schnittstellenformat, das VP-3D unterstützt, stammt aus dem Forschungsvorhaben ISY-BAU /10/, das als Grundlage für die Arbeiten in VDI 6021 diente.

Um die generierten Daten für die Erstellung von Simulationsmodellen nutzen zu können, wird am IKE das Werkzeug OPTIMA /11/ entwickelt.

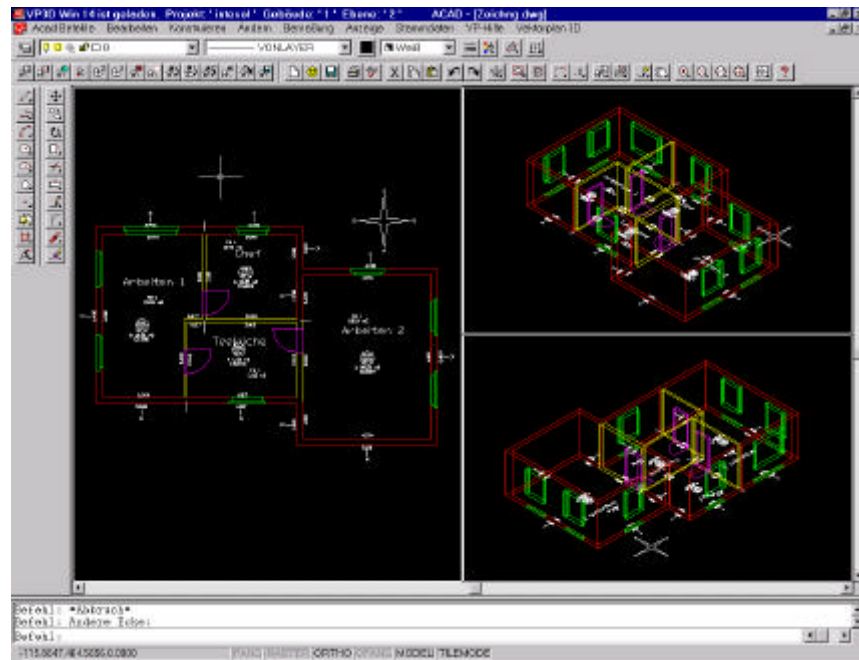


Abb. 3.2: VECTOR-Plan 3D mit Beispielgebäude

### 3.1.2.2 OPTIMA

Der effiziente Einsatz von Werkzeugen in der bedarfsorientierten Planung ist entscheidend vom Datenaustausch zwischen diesen Werkzeugen abhängig. Damit der Datenaustausch möglichst reibungslos erfolgt, wird ein zentrales dynamisches Produktdatenmodell entwickelt, auf das alle Beteiligte zugreifen und laufend fortschreiben können /1/. Das Produktdatenmodell zeichnet sich durch eine flexible und offene Beschreibung des Gebäudes und seiner Anlage aus. Es ist in Anlehnung an die Industrial Foundation Classes (IFC) /5/ der International Alliance for Interoperability entworfen und in dem relationalen Datenbanksystem ORACLE 7 implementiert. Diese Implementierung ist eine der ersten IFC-Implementierungen überhaupt.

Alle Werkzeuge werden von dieser zentralen Basis aus mit Daten versorgt. Hierbei wird von den Werkzeugen entweder direkt auf das Produktdatenmodell zugegriffen oder aber es wird zunächst ein anwendungsspezifischer Ausschnitt der gesamten Daten (Aspektmodell) erzeugt. Mit dem Werkzeug OPTIMA wird das Produktmodell unter zwei Aspekten genutzt. Ein Aspekt ist der physikalische Datenaustausch zwischen CAD-Programmen und Datenbanksystemen. Der andere Aspekt bezieht sich auf die Erstellung eines Eingabefiles für den Preprozessor BID des Gebäudemodells für eine Gebäudesimulation mit TRN-SYS /12/. Daher können mit OPTIMA Simulationsmodelle zum Untersuchen von verschiedenen Fragestellungen eines Gebäudes direkt aus einer CAD-Zeichnung abgeleitet werden.

Die benötigten Gebäudedaten werden mit einem entsprechenden Schnittstellenprogramm aus der CAD-Zeichnung des Architekten bereitgestellt. Das Format der Schnittstelle ist im Rahmen der VDI Richtlinie 6021 Blatt 1 "Datenaustausch für die thermische Lastberechnung von Gebäuden" vollständig beschrieben (siehe Kapitel 3.2.2.1). Für den OPTIMA-Anwender handelt es sich beim Einlesen der Austauschdatei im wesentlichen um einen Knopfdruckbefehl. Intern werden die Daten aus der Austauschdatei in entsprechende Ta-

ellen des Datenbanksystems abgelegt. In der OPTIMA Benutzeroberfläche spiegelt sich die Sicht des Architekten in der räumlichen Struktur des Gebäudes wieder (in der Strukturansicht auf der linken Seite der Bild 3.3). In dieser Struktur werden Geschosse und Räume unterschieden.

Für die Gebäudesimulation muß ein Modell des Gebäudes erstellt werden, welches die Sicht des Ingenieurs auf die Gebäudedaten wiedergibt. Der HLK-Ingenieur erweitert daher die Gebäudebeschreibung und teilt das Gebäude je nach Fragestellung in Bereiche mit vergleichbaren thermischen Anforderungen und gleicher Nutzung ein (Zonen). Das dabei entstandene Gebäudemodell, das aus thermischen Zonen besteht, wird als Aspektmodell thermische Lastberechnungen /13/ oder kurz Zonenmodell /14/ bezeichnet. Die Bildung einer thermischen Zone ist, wie Bild 3.3 zeigt, im Hinblick auf die Arbeit mit OPTIMA sehr einfach.

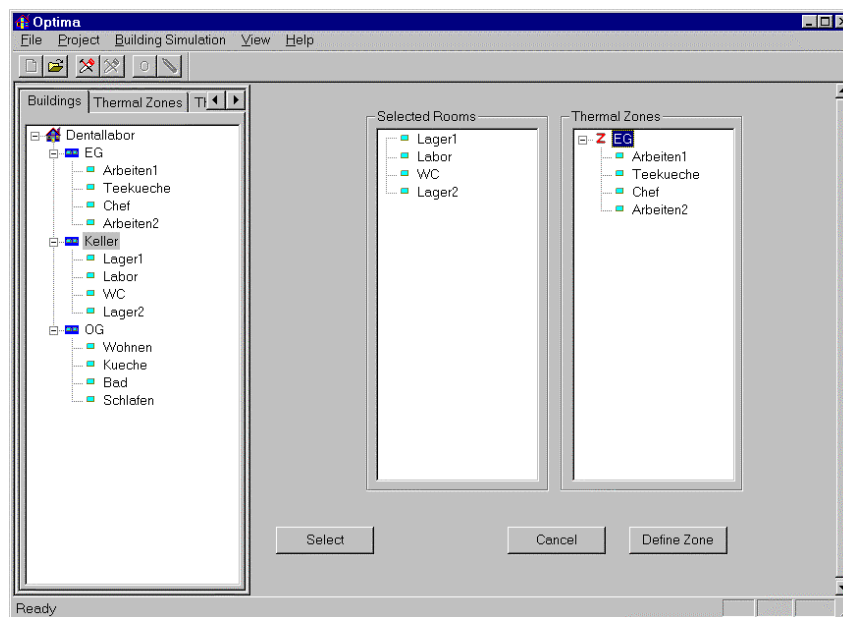


Abb. 3.3: Bildung einer thermischen Zone

Aus Implementierungssicht ist eine thermische Zone eine logische Zusammenfassung von unterschiedlichen Räumen, die eine geschlossene räumliche Einheit bilden. Die Zone wird durch die Auswahl von Räumen (Knopf Select, Bild 3.3) vom Anwender bestimmt. Zudem charakterisiert der Anwender die Zone durch einen Namen (Knopf Define Zone, Bild 3.3) und ordnet der Zone Nutzungsaspekte und Anfangsbedingungen zu (Bild 3.4). OPTIMA berechnet das Volumen der Zone und gibt Vorgabewerte für die Anfangsbedingungen an. Die Werte der Anfangsbedingungen können vom Anwender verändert werden, um das Zonenmodell an die Eigenschaften der realen Räume noch besser anpassen zu können. Die Nutzung der Zone wird durch TRNSYS-typische optionale Regime-Daten definiert. OPTIMA bietet eine übersichtliche Darstellung der schon generierten Zonen und darin enthaltenen Räume (Bild 3.4, rechte Seite).

Nachdem die thermischen Zonen eines Gebäudes festgelegt worden sind, kann durch die Auswahl der Zonen das zugehörige Zonenmodell des Gebäudes automatisch erstellt werden. Das hintere (linke) Fenster in Bild 3.5 zeigt ein Zonenmodell, das aus drei thermischen Zonen besteht. Mit OPTIMA werden aus der CAD-Datei die von TRNSYS benötigten Modelldaten berechnet. Die Konsistenz des Modells wird geprüft und die Randbedingungen und die Kopplungsdaten



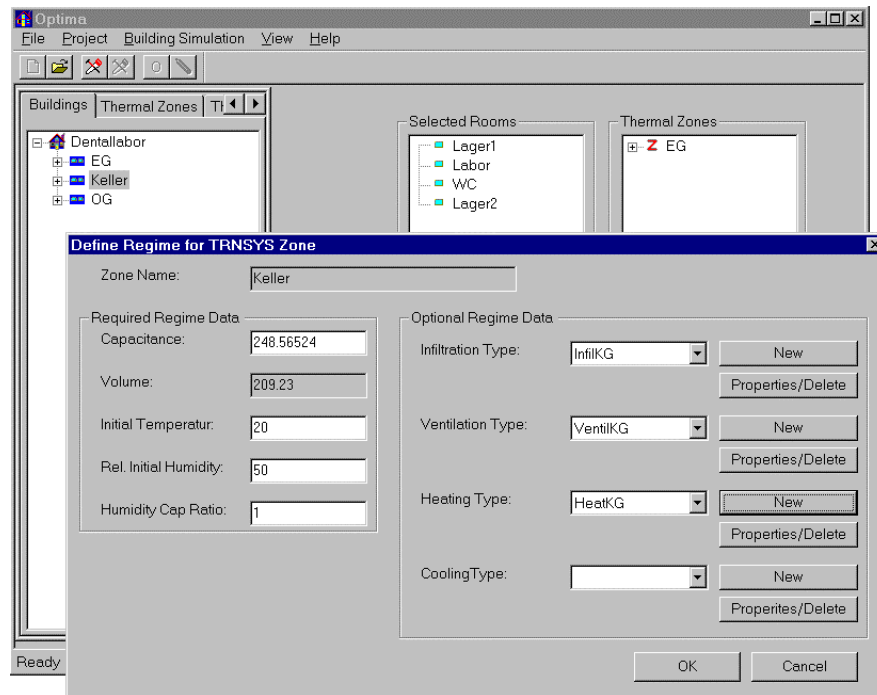


Abb. 3.4: Definition der Randbedingungen und Nutzungsaspekte der Zone wie z. B. die Temperatur angrenzender Bauteile oder der Luftaustausch zwischen benachbarten Zonen werden interaktiv erfragt.

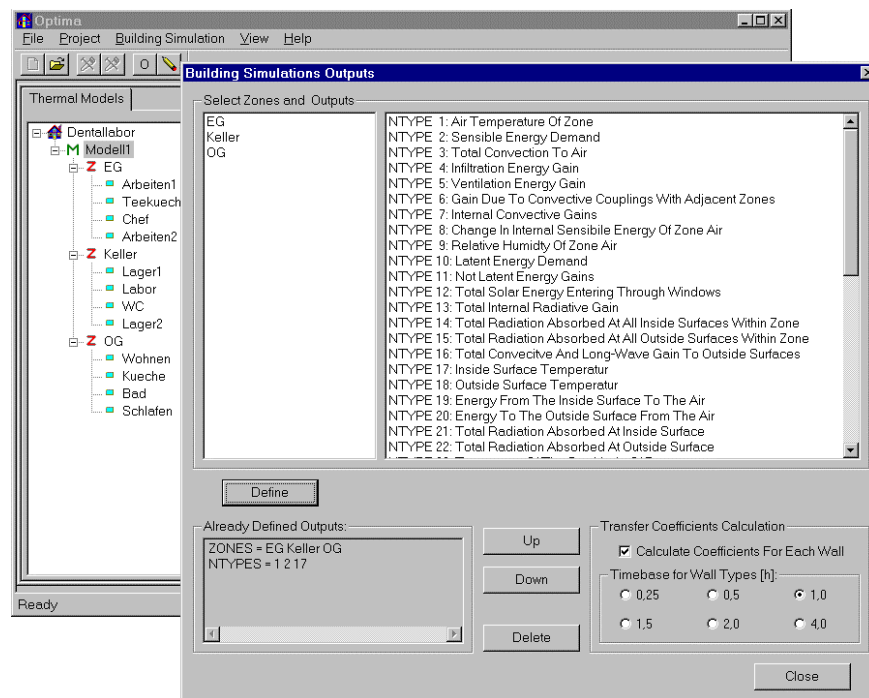


Abb. 3.5: Zonenmodell und TRNSYS-Simulationoutputs

Schließlich werden vom Anwender Angaben zur Steuerung der von ihm generierten Simulation abgefragt. Alle Angaben sind z. Zt. auf TRNSYS bezogen und legen u.a. die Outputs des TYPE 56 fest. Zum Schluß wird aus den auf der Datenbank gespeicherten Daten die Eingabedatei für den Preprozessor BID für TRNSYS generiert.

Der Vorgang (zwischen Einlesen des CAD-HKLS Files und der Ausgabe des BUI's) dauert für das 3-stöckige Beispiel-Gebäude ca. 15 Minuten. Die gleiche Arbeit dauert mit dem konventionellen BID-Editor ca. zwei Arbeitstage.

## 3.2 Andere Werkzeuge

### 3.2.1 Vorplanungstool zur individuellen Bewertung von Heizsystemen

Das Vorplanungstool ist ein Programm zur Bewertung von Heiz- und Trinkwassererwärmungssystemen für Niedrigenergiehäuser unter Beachtung der Nutzeranforderungen /15/. Die Bewertungsmethode beinhaltet einen Kriterienbaum mit Zielkriterien, ein Zielsystem und ein Bewertungsmodell.

Die Zielkriterien verkörpern die Gesichtspunkte, nach denen ein Heizsystem zu beurteilen ist. Aus den Zielkriterien lassen sich Ziele ableiten, deren jeweiliges Erfüllen maßgeblich dafür ist, wie ein System abschneidet. Die Ziele müssen entweder voll erreicht werden – es handelt sich dann um die Vorgaben für Heizsysteme – oder sie müssen angestrebt werden, d.h. der Zielerfüllungsgrad muß möglichst hoch sein. Die Ziele werden in Form eines Kriterienbaums geordnet. Die Unterteilung des Kriterienbaums in Komfortkriterien (Bild 3.8), Investitionen (Bild 3.9), Wirtschaftlichkeit (Bild 3.10) und ökologische Kriterien (Bild 3.11) entspricht den Forderungen des Nutzers an ein Heizsystem. Der Nutzer hat die Möglichkeit, in einem entsprechenden Dialog (Bild 3.6) die Kriterienzweige nach seinen Wunschvorstellungen individuell zu gewichten und dadurch die Auswahl des Heizsystems zu beeinflussen. Bei der Auswahl können nur Heizsysteme in Betracht gezogen werden, die schon vorher vom Fachmann durch die Ermittlung der jeweiligen Kriterienzweig-Nutzwerte ausgewertet worden sind. Andernfalls muß das Bewertungssystem erweitert werden. Die Kriterienzweig-Nutzwerte können individuell gewichtet (siehe Bild 3.6) und dann zum Nutzwert des Heizsystems aufaddiert werden.

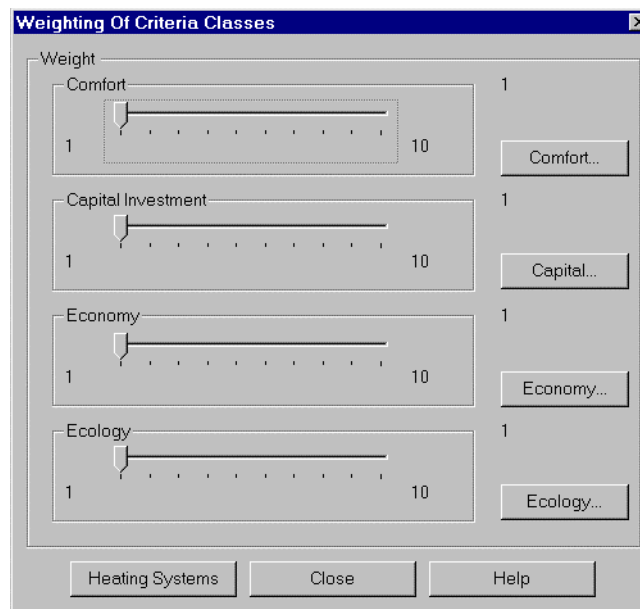
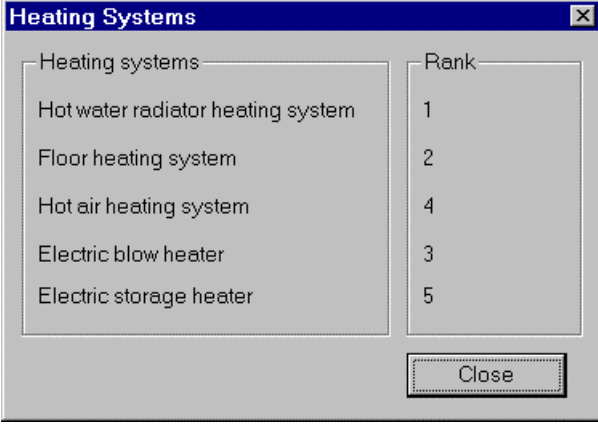


Abb. 3.6: Kriterienbaum mit Kriterienzweigen

Bei der Auswahl eines Heizsystems ist unter Berücksichtigung der Nutzerbewertung ein möglichst hoher Zielerfüllungsgrad bei den verschiedensten Kriteri-

en oder Merkmalen anzustreben. Je höher die Gesamtheit der Zielerfüllungsgrade, d.h. sein Nutzwert ist, desto besser schneidet ein Heizsystem im Vergleich zu anderen Systemen ab. In Bild 3.7 ist eine Rangfolge der Heizsysteme nach individueller Gewichtung der Kriterienzweig-Nutzwerte wiedergegeben.



Heating systems	Rank
Hot water radiator heating system	1
Floor heating system	2
Hot air heating system	4
Electric blow heater	3
Electric storage heater	5

Abb. 3.7: Ergebnis einer beispielhaften Rangfolge der Heizsysteme nach individueller Gewichtung der Kriterienzweige

### 3.2.2 Unterstützung der Bewertung von Systemen der Thermischen Gebäudeausrüstung durch HLK-Planer

Für die fachmännische Bewertung ist ein Bewertungsmodell aufgestellt worden, das eine zahlenmäßige Beurteilung der Heizsysteme ermöglicht. Sehr viele Ziele können nur zu einem gewissen Grad erreicht werden. Mit dem Bewertungsmodell wird festgelegt, wie sich Zielerfüllungsgrade bilden lassen. Die Zielerfüllungsgrade können durch den Bezug der erreichten Punkte auf maximal erreichbare zehn Punkte gebildet werden. Da nicht alle Kriterien gleich wichtig sind, wird eine Gewichtung der Zielerfüllungsgrade für die einzelnen Kriterien innerhalb jedes Kriterienzweiges durchgeführt. Die gewichteten Zielerfüllungsgrade werden innerhalb des entsprechenden Kriterienzweiges zum Kriterienzweig-Nutzwert aufaddiert.

Der erste Kriterienzweig in Bild 3.8 enthält die Aufgliederung der Komfortkriterien, die von einem Heizsystem erfüllt werden sollen. Die Komfortkriterien beziehen sich auf thermische Behaglichkeit, Arbeitsaufwand zur Bedienung der Anlage, Geruchs- und Geräuschemissionen, Zuverlässigkeit, räumliche Anforderungen, Verfügbarkeit des Brennstoffes, Montagemöglichkeiten, Adaptibilität und Zusatznutzen der Anlage.

Die kapitalgebundenen Kosten, d.h. Investitionen, (Bild 3.9) bestehen aus Annuitäten und Kosten für die Instandsetzung und Reparaturen und werden pro Jahr berechnet.

Die Wirtschaftlichkeit (Bild 3.10) erfaßt verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten.

Der vierte Kriterienzweig stellt die ökologischen Kriterien dar (Bild 3.11). Sie gliedern sich in die Schadstoffbelastung der Umwelt während des Betriebes und die Ressourcenschonung sowohl beim Einbau als auch bei der späteren Entsorgung der Anlage.

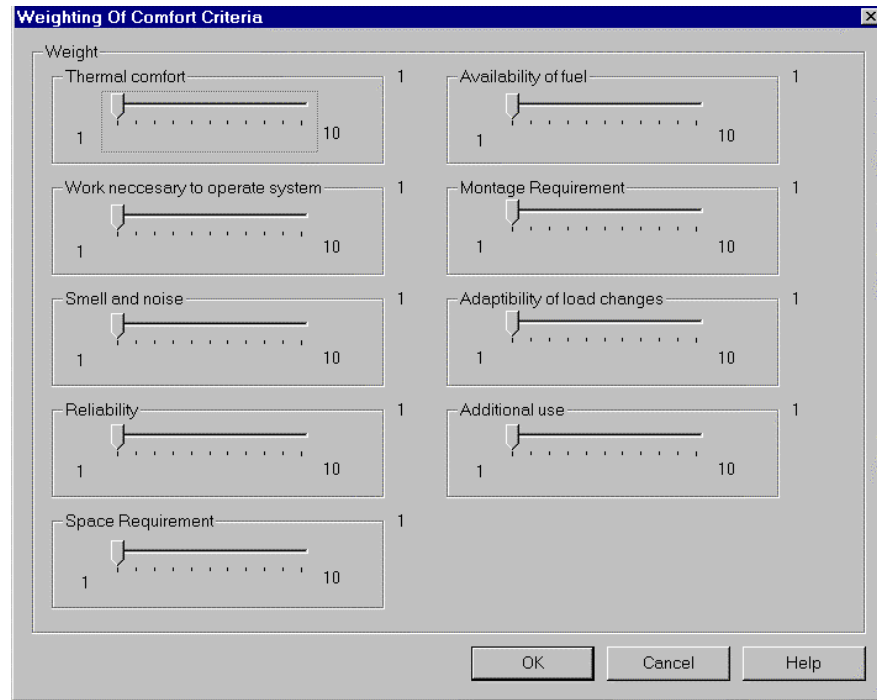


Abb. 3.8: Komfortkriterien

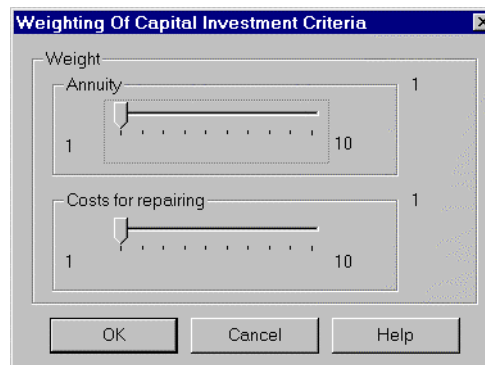


Abb. 3.9: Investitionen

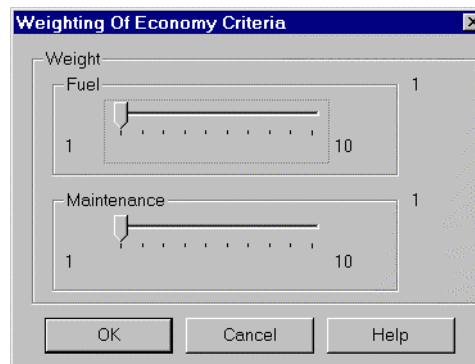


Abb. 3.10: Verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten

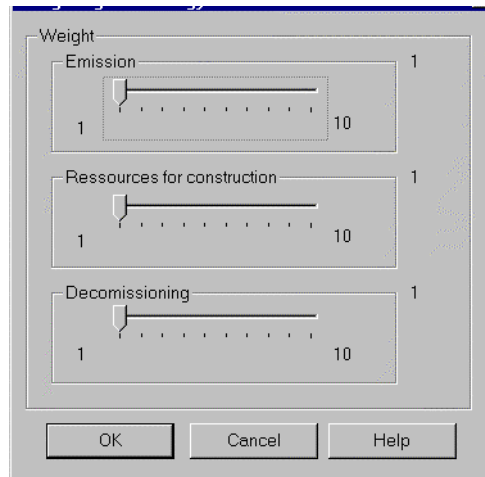


Abb. 3.11: Ökologische Kriterien

## **4 Projektbericht Ebert Ingenieure**

### **4.1 Strategien zur Umsetzung integraler Planung -Managementmethoden**

#### **4.1.1 Blickwinkel des integralen Planungsprozesses**

Die Gesamtheit des Planungsprozesses kann unter verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden, die zur Beschreibung bestimmter Aspekte des Planungsprozesses jeweils verschieden gut geeignet sind:

Ein bestimmtes Planungsprojekt wird von einer Vielzahl an Projektbeteiligten bearbeitet. Zwischen diesen Akteuren wird - in jeweils unterschiedlicher Intensität - Information ausgetauscht, es wird kommuniziert und es wird kooperiert. Die Akteure handeln in den seltensten Fällen als Individuen, sie sind in mehr oder weniger komplexe Firmen-Organisationen eingebunden. Eine solche Firmen-Organisation wiederum bearbeitet eine Vielzahl voneinander unabhängiger Projekte und ist auf diese Weise mit den unterschiedlichsten Planungspartnern verknüpft.

Hieraus ergeben sich zwei wesentliche Blickwinkel des Planungsprozesses:

- projektbezogen
- unternehmens- bzw. organisationsbezogen

Das Thema Integrale Planung - und somit das Verbundprojekt INTESOL - beschäftigt sich mit der Verbesserung der Information, Kommunikation und Kooperation zwischen den Planungsakteuren. Der Begriff des „Projektteams“ verdeutlicht die Bedeutung der projektbezogenen Sichtweise. Gleichzeitig werden Planungsleistungen immer auch aus einem unternehmensbezogenen Kontext heraus erbracht. Die Organisationsstruktur und die Arbeitsweise im Unternehmen beeinflussen entscheidend den „integralen Charakter“ der von diesem Unternehmen bearbeiteten Projekte. Umgekehrt tangieren projektspezifische Vereinbarungen zur integralen Planung zwangs-läufig die „interne“ Arbeitsweise der beteiligten Unternehmen. Die Unternehmensorganisation muß dabei so flexibel sein, daß eine integrale Zusammenarbeit ermöglicht wird.

Für eine angemessene Beleuchtung des Themas „Integrale Planung“ sind somit beide Blickwinkel notwendig. Im Fall einer Projektgesellschaft, deren einziges Unternehmensziel in der Abwicklung eines Projektes besteht, fallen beide Sichtweisen zusammen. Die Beschränkung auf eine rein projektspezifische Betrachtung ist nicht sinnvoll, solange interne Organisationsstrukturen der einzelnen Planungsbeteiligten existieren und deren Arbeitsfähigkeit Voraussetzung für eine integrale Projektbearbeitung ist.

Für den derzeit noch häufigen Fall, daß seitens des Bauherren keine expliziten projektspezifischen Vorgaben hinsichtlich integraler Planung gemacht werden, muß die Initiative hierfür von den Planungspartnern ausgehen.

#### **4.1.2 Integration von Managementkonzepten**

Im Rahmen einer im Berichtszeitraum abgeschlossenen Diplomarbeit [16] wurden u.a. die theoretischen Grundlagen verschiedener moderner Managementmethoden - im speziellen Qualitätsmanagement (QM), Projektmanagement (PM), Umweltmanagement (UM) und Facility Management (FM) - ermittelt.

Ausgehend von verschiedenen QM-Systemen wurde zunächst ein Qualitätsverständnis für das Bauwesen abgeleitet, welches vor allem die Besonderheiten der Bauwirtschaft gegenüber übrigen Wirtschaftszweigen berücksichtigt.

Umweltmanagement wurde nur kurz beschrieben, da sich herausstellte, daß Konzepte wie die Öko-Audit-Verordnung [17] und die DIN ISO 14001 [18] aufgrund der nur sehr geringen umweltrelevanten Stoffströme im Planungsprozeß kaum angewendet werden.

Abschließend wurden Möglichkeiten einer Integration der behandelten Managementmethoden untersucht. Eine vollständige Kombination ist höchstens für die beiden primär unternehmens-organisationsbezogenen Systeme QM und UM denkbar (vgl. Kap. 4.1.1). Ihre Strukturen sind prinzipiell systemverwandt. Im Gegensatz hierzu sind die Managementmethode PM und FM projektbezogen. Ein Verschmelzen der Systemgrenzen kann letztlich nur über den einzelnen Mitarbeiter erfolgen.

Im Produktionsprozeß spielt die projektspezifische Sicht keine Rolle; organisationsspezifische Sichtweisen sind hier für eine vollständige Betrachtung ausreichend. Die Integration aller für den Produktionsprozess relevanten Managementmethoden (QM, UM) ist somit möglich und zudem sinnvoll, da hierdurch doppelter Pflegeaufwand isolierter Managementsysteme vermieden und die Systempflege vereinfacht wird.

Im Bauplanungsprozeß ist bei der Betrachtung der integralen Planung hingegen genau zu überlegen, wie offen oder wie verknüpft derartige Systeme sinnvollerweise aufgebaut werden sollen. Eine Integration aller vier Managementmethoden „um jeden Preis“ ist dem Gedanken der integralen Planung somit nicht automatisch dienlich.

Die Harmonisierung der Prozesse stellt sich aus o.g. Gründen in der Industrie wesentlich einfacher dar als im Bauwesen.

#### **4.1.3 Bedeutung des Facility Management im Rahmen integraler Planung**

Wie bereits zu Beginn des Projektes INTESOL dargestellt, beinhaltet integrale Planung die

- gewerkeübergreifende (horizontale) Integration aller Planungsbeteiligten und die
- phasenübergreifende (vertikale) Integration über den gesamten Planungszeitraum

Für eine ökologische und ökonomische Optimierung des Gebäudebetriebes darf sich die vertikale Integration nicht nur auf den „Planungs“zeitraum im engeren Sinne beschränken, sondern muß sich auf den gesamten integrierten Gebäudelebenszyklus (IGLZ) erstrecken. Die Voraussetzungen hierfür müssen jedoch bereits während der Planung geschaffen werden.

Um ein Verständnis für die Bedeutung des facettenreichen Themas Facility Management (FM) für die integrale Planung zu gewinnen, muß man sich zunächst mit den Definitionen und Zielsetzungen des FM auseinandersetzen.

Nach GEFMA 100 [19] ist es „Ziel von Facility Management (...), bei Planung, Bau, Nutzung, Sanierung und Abriß eines Gebäudes den Nutzen zu mehren und den Aufwand zu verringern.“

Versteht man unter FM die integrale Optimierung aller Energie, Material- und Kostenströme während des gesamten Nutzungszyklus eines Gebäudes, so werden im FM sowohl die Zielvorgaben für den integralen Planungsprozeß gesetzt, als auch Werkzeuge für dessen Realisierung bereitgestellt. Sinnvoll ist in diesem Zusammenhang eine Unterscheidung in die Bereiche

- strategisches FM und
- operatives FM

Operatives FM bezeichnet alle während des Gebäudebetriebes durchzuführen- den Tätigkeiten und Aufgaben für dessen störungsfreie Realisierung und Opti- mierung. Strategisches FM umfaßt demgegenüber alle planerischen, vorbereitenden und koordinierenden Tätigkeiten, um den (späteren) operativen FM-Betrieb zu ermöglichen und zu unterstützen. Es umfaßt somit zwangsläufig den gesamten IGLZ, wenn es auch während der Betriebsführungsphase in den Hintergrund tritt.

Eine Unterteilung nach VDMA 24196 [20] für den operativen FM-Bereich erfolgt nach den Kategorien

- technisches,
- kaufmännisches und
- infrastrukturelles FM.

In Bild 4.1 werden diese Unterteilungen dargestellt:

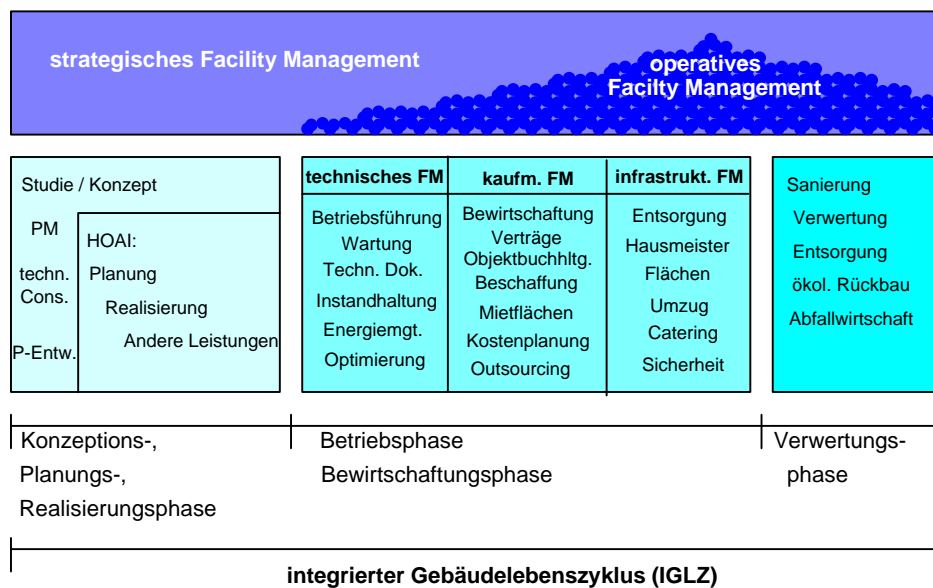


Abb. 4.1: Bereiche des FM nach VDMA 24196 und GEFMA 200 [21]

#### 4.1.4 Umsetzungsstrategien für übergreifendes FM

Um FM im Gebäudebetrieb realisieren zu können, ist es notwendig, alle techni- schen, organisatorischen, infrastrukturellen und kauf-männischen Belange zu berücksichtigen.

Kernbestandteil des Konzeptes FM ist die durchgängige Dokumentation und Fortschreibung von Gebäude- und Anlagedaten. Diese können in die beiden Kategorien

- statische Daten und
  - dynamische Daten
- unterteilt werden.

Statische Daten beschreiben das Gebäude und dessen Anlagen und unterlie- gen zeitlichen Änderungen nur in vergleichsweise großen zeitlichen Intervallen: Lediglich bei Umbau-, Umnutzungs- oder Sanierungsmaßnahmen ist eine ma- nuelle Nachführung notwendig.

Zu dieser Art der Daten zählen beispielsweise:

- Flächen
- Volumina
- bauphysikalische Aufbauten



- Kenndaten der Technischen Ausrüstung
- Inventar (besonders: energieverbrauchendes und emittierendes, wie z.B. PC)
- Nutzungsart
- Nutzungsanforderungen
- Raumkonditionen (Soll-Werte)

Für statische Daten ist ein Erfassungsmodus für Änderungen im Rahmen betriebsorganisatorischer Abläufe vorzusehen. In naher Zukunft ist darüber hinaus mit der Entwicklung technischer Werkzeuge zur Erfassung zu rechnen.

Gerade der Dokumentation statischer Daten kommt in allen Bereichen des IGLZ größte Bedeutung zu. Die Dokumentation statischer Daten bildet die Grundlage für den späteren technischen FM-Betrieb (z.B. Wartungs- und Instandhaltungsmanagement), der verursachergerechten Verbrauchsdaten- und Kostenzuordnung im Rahmen des kaufmännischen FM sowie der Verwaltung von Flächen und Ausschreibung flächenbezogener Dienstleistungen als Elemente des infrastrukturellen FM.

Dynamische Daten hingegen sind Größen, die ständigen zeitlichen Änderungen unterliegen und aus diesem Grund kontinuierlich bzw. in genau definierten kürzeren Intervallen automatisch erfaßt und bewertet werden müssen. Zu den dynamischen Daten zählen:

- Lastgänge bzw. Verbräuche für Strom, Wärme, Kälte
- Raumkonditionen (Ist-Werte)
- Betriebszustände Technische Ausrüstung bzw. Fassadenkomponenten

Dynamische Daten werden - zumindest bei Neubauten - meist bereits durch moderne GLT- und Gebäudeautomationssysteme erfaßt. Immer häufiger geschieht dies auch objekt- oder liegenschaftsübergreifend. Im Rahmen einer ganzheitlichen, übergreifenden Betrachtung dürfen statische und dynamische Daten nicht mehr voneinander entkoppelt werden. Trotz der scheinbar unterschiedlichen Zielsetzungen müssen statische und dynamische Daten kombiniert werden. Hierdurch können beispielsweise flächenspezifische Energiekennzahlen gebildet und Optimierungspotentiale erschlossen werden.

Als erster Schritt ist bereits vor Planungsbeginn im Rahmen des strategischen FM gemeinsam mit dem Bauherrn eine eindeutige projektspezifische Zieldefinition zu erarbeiten: Was aus dem breiten Spektrum des FM will der Bauherr im späteren Betrieb realisieren? Auf Grundlage dieser Vorgaben können einerseits

- die konkreten projektspezifischen Pflichtenhefte zur FM-gerechten Dokumentation und Datenfortschreibung in Planung, Ausführung und Betrieb erarbeitet werden sowie
- Umfang und Funktionalitäten der für die Erfassung dynamischer Daten im Betrieb notwendigen GLT- und Gebäudeautomationssysteme abgeleitet werden.

Momentan wird im Rahmen eines konkreten Projekts an der Erstellung derartiger „Muster-Pflichtenhefte“ gearbeitet, die im Rahmen von INTESOL verallgemeinert werden, um projektspezifisch an beliebige Bauvorhaben angepaßt werden zu können.

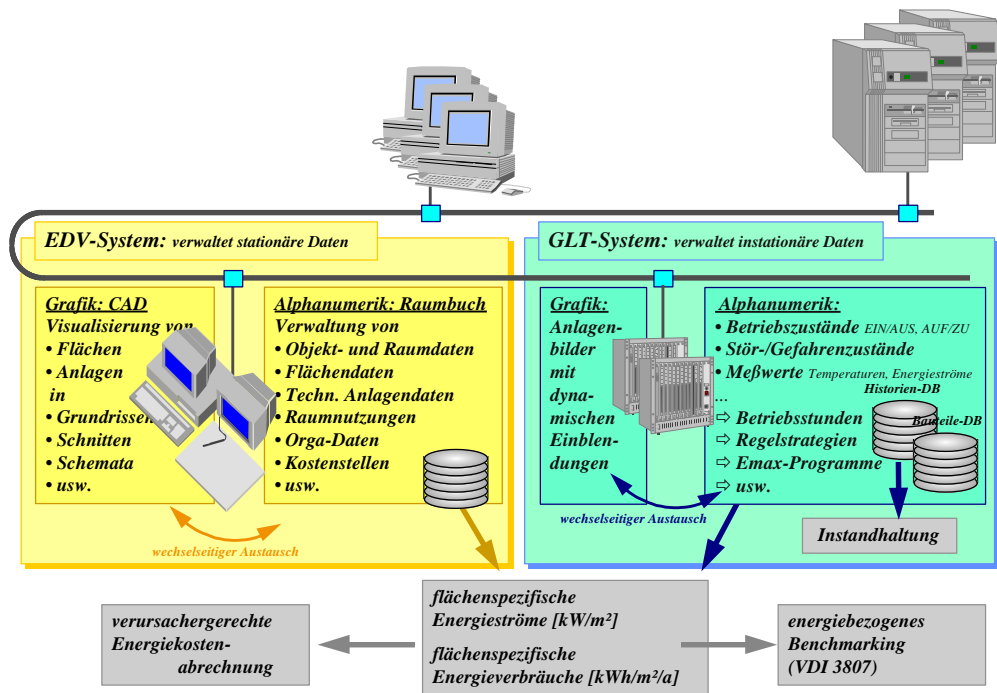


Abb. 4.2: Übergreifende Erfassung FM-Daten

#### 4.1.5 FM-gerechte Dokumentation und Datenfortschreibung

##### 4.1.5.1 Konzeptions- und Planungsphase

Die Anforderung an eine FM-gerechte Planung lautet, daß sich aus ihr eine FM-gerechte Dokumentation aller relevanten statischen Daten ableiten läßt. Hierzu sind sämtliche Planungsbeteiligte zu

- einheitlichen EDV-Standards,
- einheitlichen Austauschformaten und Schnittstellen,
- kontinuierlicher Fortschreibung der Planungsunterlagen,
- einheitlicher Dokumentationslogik und Symbolik,

und wenn möglich

- zur Ablage aller vereinbarten Planunterlagen auf einen Projekt-Server (Daten-Pool)

zu verpflichten.

Dies ist über spezielle Pflichtenhefte für Planer zu gewährleisten (s. Bild 4.3)

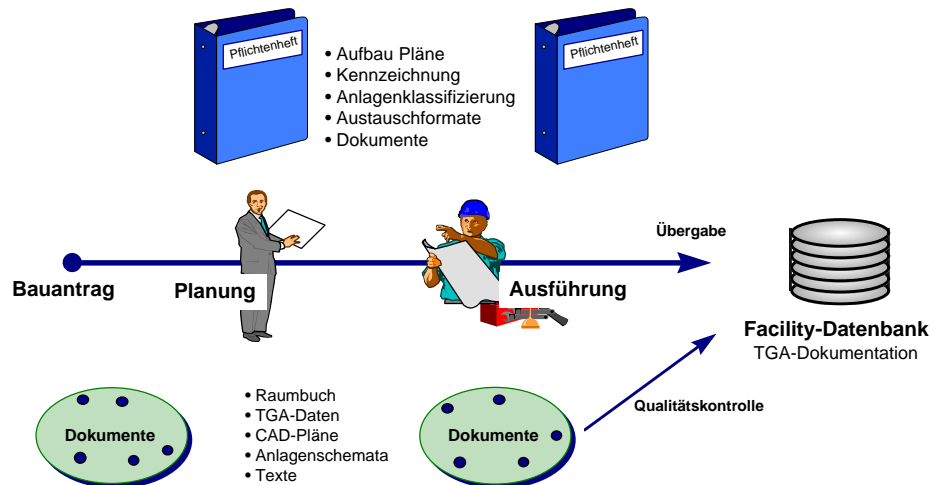


Abb. 4.3: Dokumentation im Rahmen FM-gerechter Planung

#### 4.1.5.2 Realisierungs- und Ausführungsphase

Wie aus obiger Abbildung zu erkennen ist, sind für Planer und Ausführende Firmen getrennte Pflichtenhefte zu erstellen. Dies ergibt sich aus der Tatsache, daß

- die interagierenden Personen sowie die
- Tätigkeiten

in Planung und Ausführung unterschiedlich sind. Die erzeugten und fortzuschreibenden statischen Daten (in Form von Raumbüchern, MSR-Listen, CAD-Plänen) werden teilweise in der Struktur vom Planer vorgegeben (z.B. Raumbuch  $\Leftrightarrow$  Architekt), in der Ausführung aber erst mit Leben erfüllt. Für Planunterlagen (CAD) ist die Aktualisierung der bestehenden Dokumente Pflicht der ausführenden Firmen.

Diese grundsätzlichen Betrachtungen machen deutlich, warum in einem integralen Planungsansatz Planer und Ausführende zur Erreichung des gleichen Ziels unterschiedliche Aufgaben wahrnehmen müssen.

#### 4.1.5.3 Betriebs- und Nutzungsphase

Die Dokumentation statischer Daten ist mit Übergabe des Objekts an Bauherrn bzw. Nutzer nicht beendet (vgl. auch GEFMA 180 [22]). Es ist vielmehr darauf zu achten, daß für die Betriebsführungsphase Vorgehensweisen und Verantwortlichkeiten auf Betreiberseite festgelegt werden, die eine kontinuierliche Fortschreibung bzw. zyklische Aktualisierung dieser Daten ermöglichen. Es sind daher auch und gerade für die Betriebsführung Maßnahmen und Verfahren zur Fortschreibung der Dokumentation zu erarbeiten.

Zusätzlich sind während der Betriebsführung auch die anfallenden dynamischen Daten (Energie- und Medienverbräuche, durchgeführte Wartungen usw.) zu dokumentieren. Teilweise erfolgt hierbei die Datenerfassung automatisiert über die Gebäudeautomation (Verbrauchsdaten), teilweise ist aber eine Pflege „von Hand“ nötig. Dies gilt z.B. bei durchgeführten Wartungen usw.

Notwendig ist also auch hier die Erarbeitung von Pflichtenheften für die Betreiber der gebäudetechnischen Anlagen und die Gebäudedienstleister (s. Bild 4.5).

FM-gerechter Neubau	
Vorgaben	Bauherr
Projektwettbewerbe	Bauherr
Planungsleistungen	Planer
Integrierte Planung	
FM-gerechte Konzeptionen	
Ermittlung der Lebenszykluskosten	
Gebäudesimulation	
Gebäudeautomation	
Zentrale Überwachung	
Zonengerechte Verteilsysteme	
Betriebs-/ Reinigungskonzepte	
Kennzeichensystem	
FM-gerechte Dokumentation	
Inhalt	
Struktur	
Format	
Abwicklung des Datenaustauschs	
Prüfungen durch den Planer	
Ausführungsleistungen	Ausf.firmen
FM-gerechte Bestandsdokumentation	
Betreiberleistungen	Betreiber
FM-gerechte Betriebsdokumentation	
Prüfungen	Bauherr

Abb. 4.4: Dokumentationspflichten beim FM-gerechten Neubau

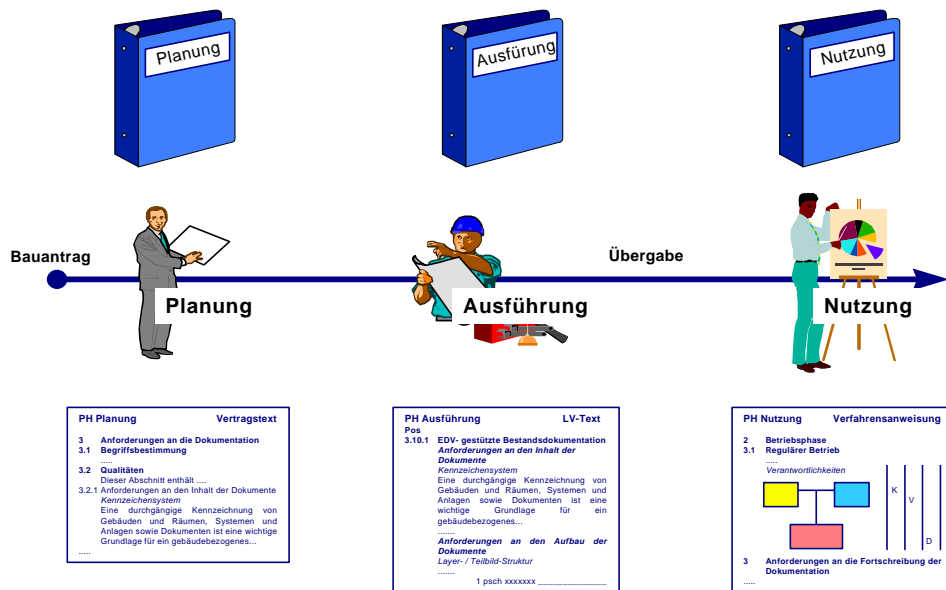


Abb. 4.5: Daten-Fortschreibung durch Pflichtenhefte in allen Phasen des IGLZ

## 4.2 Analyse realer Planungsprozesse

Innerhalb des Berichtszeitraumes wurden im Rahmen der Fall-Analyse Erkenntnisse gewonnen, die zunächst nicht direkt in den Fragekatalog (s. Kap. 4.3) bzw. das Planungshandbuch (s. Kap. 4.4) eingehen und die daher im folgenden eigens zusammengefaßt werden.

#### 4.2.1 Projektmanagement-Tools Neue Messe München

Die Analyse der Neuen Messe München fand auf zwei Ebenen statt [16]: Zum einen wurde im Überblick dargestellt, welche Instrumente des Projektmanagements tatsächlich bei der Fachplanung eingesetzt werden. Zum anderen wurde speziell die Terminverfolgung der Gesamtbauleitung näher betrachtet. Dabei wurden Strukturen von Kommunikationssystemen, deren Anforderungen direkt aus der Praxis stammen, sowie Vorschläge zur Integration dieser projektspezifisch erstellten Projektmanagement-Instrumente in einen verallgemeinerten Planungsprozeß erarbeitet.

Projektserver Neue Messe München

Das Projekt Neue Messe München (NMM) war nach den Olympischen Spielen von 1972 das größte Bauvorhaben der Stadt München. Der daraus resultierende planungstechnische Umfang stellte für alle Projektbeteiligten eine neue organisatorische Herausforderung dar. Die spezielle Problematik des Datenaustausches und die Koordination der 15 Fachplaner zwangen die Beteiligten, neue Wege zu gehen und das zum damaligen Zeitpunkt einmalige Konzept des gemeinsamen Datenpools ins Leben zu rufen.

Die wichtigsten Erfahrungen und aufgetretenen Probleme mit dem Server-Konzept lassen sich wie folgt zusammenfassen:

##### *Betriebssystem:*

Kernstück der Hardware war ein Großrechner mit dem mittelständischen Bauplanungsbereich eher unüblichen Betriebssystem OS/2. Die Hardwarevoraussetzungen für die Beteiligten bestand also in einem PC mit OS/2 Betriebssystem. Eine Umstellung des Betriebssystems auf gängige Betriebssysteme (z.B. Windows NT) würde den Zugang zum Datenpool erheblich vereinfachen. Das Know-How für die Rechner-Wartung wäre auf diese Weise auf der Ebene der EDV-Betreuer in den beteiligten Planungsbüros selbst vorhanden, was für die Akzeptanz des Pools einen nicht zu unterschätzenden Faktor darstellt.

Der bei der INTESOL-Plattform verwendete Notes/Domino-Server (vgl. gemeinsamen Zwischenbericht der Projektpartner ifib, IKE und EB) läuft unter allen gängigen Betriebssystemen!

##### *Datenfernübertragung*

Die Datenfernübertragung erfolgte über eine ISDN-Verbindung. Mittlerweile hat sich zwar die Fritz-Karte (ISDN-Protokoll IdTrans) bei der ISDN-DFÜ-Übertragung durchgesetzt und wird von vielen Büros genutzt; es existiert im ISDN-Bereich jedoch nach wie vor kein einheitlicher Standard.

Dieses Problem ist bei der INTESOL-Plattform durch die Verwendung des Betriebssystem-unabhängigen Quasi-Standards TCP/IP (Internet) gelöst!

##### *Informationslogistik:*

Bisher wurden im NMM-Pool nur "tote" Daten verwaltet. Es war ersichtlich, wer wann welche Daten eingespielt hat, eine Informationslogistik jedoch nicht vorhanden. Es existiert eine Holschuld, aber keine Information darüber, zu welchem Zeitpunkt neue Daten eingespielt wurden und wen sie betrafen.

Ein automatisiertes eMail-Informationssystem, detaillierte Vereinbarungen über Schreib- und Leserechte und deren terminliche Beschränkungen sowie ein verfeinertes Konfliktmanagement könnten hier zur Problemlösung beitragen.

### *Schnittstellen/Austauschformate*

Alle Projektbeteiligten wurden - unabhängig von ihren hausintern verwendeten Systemen - zur Verwendung des CAD-Systems AutoCad verpflichtet, was erhebliche Akzeptanzprobleme verursachte

Zwar müssen auch bei konventionellem Datenaustausch via Diskette, ISDN oder eMail die Austauschformate abgeklärt werden. Bei einem bidirektionalen Austausch ist jedoch lediglich eine Vereinbarung zwischen den zwei am Austausch beteiligten Partnern notwendig. Auf diese Weise ist ein Austausch zwischen all denjenigen Partnern problemlos, die ohnehin die gleiche CAD-Software verwenden. Beim Server-Konzept ist hingegen eine Vereinbarung zwischen sämtlichen beteiligten Partnern auf der Ebene des kleinsten gemeinsamen Nenners notwendig. Dies bedeutet, daß entweder eine proprietäre Software-Lösung zum Projekt-Standard erklärt wird - was angesichts der herrschenden Markt-Vielfalt zwangsläufig die o.g. Akzeptanzprobleme seitens der Projektbeteiligten hervorrufen wird - oder aber ein herstellerunabhängiges Austauschformat gewählt wird, was beim derzeitigen Stand der Technik (=> \*.dxf) zwangsläufig mit erheblichen Informationsverlusten erkaufte werden muß. Das Projekt IFC (Industrial Foundation Classes) der IAI (Industrial Alliance for Interoperability) verfolgt das Ziel, eine einheitliche und internationale Datenbasis von der Entwurf- bis zur Betriebsphase zu schaffen.

Die für den CAD-Bereich getroffenen Aussagen gelten sinngemäß auch für die Bereiche Tabellenkalkulation und Textverarbeitung (weniger problematisch) sowie für den Bereich Grafik-Software (sehr problematisch).

### *Layer-Koordination in CAD-Zeichnungen:*

Die Koordination der Layer in den CAD-Zeichnungen stellte für die externen Partner eines der schwierigsten Probleme dar. Jedes Gewerk hat seine spezielle für sich sinnvolle Layerbelegung mit teilweise über 100 Layern. Die Konventionen im Datenpool ließen aber nur acht Layer zu, was für den Fachplaner einen hohen Verlust an Übersichtlichkeit und Handlichkeit der Pläne mit sich brachte. Die Begrenzung der Layer-Anzahl ist ebenfalls bedingt durch den technisch bedingten kleinsten gemeinsamen Nenner sämtlicher Projektbeteiligten. Sie verursacht jedoch einen deutlichen Bearbeitungs-Mehraufwand und stößt aus diesem Grund auf Akzeptanzprobleme seitens der betroffenen Planungsbüros. Bei Abschluß des Projektes NMM ist der Datenpool auf eine Größe von etwa 30 Gigabyte angewachsen. Die Informationen liegen in digitalisierter und einheitlicher Form vor. Dies bietet die ideale Grundlage für den nächsten konsequenten Schritt im Rahmen der integralen Planung - dem FM-gerechten Gebäudebetrieb (s. Kap. 4.1.3 ff.). Die in der gleichen Struktur und mit dem gleichen System erfaßten und aktualisierten statischen FM-Daten sind eine entscheidende Säule zur Umsetzung eines ganzheitlichen Facility Management-Konzepts. Ein schon in der Planungsphase konzipiertes FM könnte auch in die Layerstruktur mit einfließen.

Ein funktionsfähiger und von den Beteiligten genutzter Datenpool schafft somit Voraussetzungen für eine konsequente integrale Planung bis hin zur Betriebsführung im Rahmen eines FM-Konzepts.

## **4.3 EDV-Plattform und Werkzeuge**

Die als Projektserver fungierende INTESOL-Planungsplattform wird als Lotus-Notes/Domino-Server realisiert. Die einzelnen Planungsakteure sind über einfache Web-Clients sowie einen hinreichend leistungsfähigen Internet-Provider mit

dem Projektserver verbunden (s. gemeinsamer Zwischenbericht der Projektpartner ifib, IKE und EB).

Die Voraussetzung dafür, daß projektrelevante Dokumente auf dem gemeinsamen Projektserver abgelegt werden können, ist zunächst die Erstellung bzw. Bearbeitung dieser Dokumente auf lokaler Ebene, also im unternehmensbezogenen Kontext. Auf die Gesamtheit dieser „Vorleistungen“ zielt der organisationsbezogene Blickwinkel ab (s. Kap. 4.1.1). Hier ist eine organisationsbezogene EDV-Plattform anzusiedeln. Innerhalb des aktuellen Berichtszeitraumes hat EB in Abstimmung mit den Verbundprojektpartnern ifib und IKE mit der Implementierung einer Groupware-Plattform auf der Basis von Lotus-Notes/Domino begonnen.

Lotus Notes/Domino stellt durch seine Replikationsmechanismen und den integrierten HTTP-Server die geeignetste Lösung für den Betriebssystem-unabhängigen Informationsaustausch zwischen räumlich verteilten Planungspartnern ohne ständige Verbindung zu einem zentralen Server dar [23].

#### **4.3.1 Systemtechnik**

Grundsätzlich ist der Einsatz von Lotus Notes auf allen gängigen Netzwerkprotokollen möglich. Unter Protokoll versteht man eine Reihe von Regeln, die bestimmen, wie Computer Informationen über ein Netzwerk gemeinsam nutzen. Um aber aus Kostengründen die Verwendung von herkömmlichen Internet-Browsern (z.B. Netscape Navigator/Communicator, Microsoft Internet Explorer) für den Zugriff auf den Domino Server zu ermöglichen, ist die Verwendung des TCP/IP-Protokolls unumgänglich. TCP/IP ist das Protokoll, auf dem das gesamte Internet, darauf aufbauende Übertragungsprotokolle (POP3, SMTP, FTP etc.) und damit auch sämtliche Internet-Anwendungssoftware basieren.

In vielen Planungsbüros, so auch im Büro EBERT-Ingenieure, wird als File-Server-Betriebssystem nach wie vor Novell NetWare und damit das SPX/IPX-Protokoll verwendet. Um diesen Konflikt zu beheben, bieten sich folgende Lösungsmöglichkeiten:

##### **Variante 1: Errichtung einer „echten“ TCP/IP-Umgebung parallel zum vorhandenen Netzwerk**

Vorteil dieser Lösung wäre die verhältnismäßig einfache Installation und Konfiguration des Gesamtsystems und das sehr robuste Protokoll an sich. Außerdem würde dadurch jeder Rechner „Mitglied des Internets“ und wäre damit von jedem anderen Rechner im Internet direkt ansprechbar. Hinsichtlich der vorgesehenen Integration von Videoconferencing in die Plattform wäre dies von großem Vorteil.

Nachteil ist das relativ aufwendige, aus Sicherheitsgründen aber notwendige Einrichten und Überwachen einer Firewall, die beschränkte Erweiterbarkeit des Systems wegen der Einschränkung auf einen bestimmten IP-Adressbereich sowie der Aufwand für dessen Verwaltung.

##### **Variante 2: Betrieb eines „unechten“ TCP/IP-Netzwerkes parallel zum vorh. Netzwerk**

Unter „unecht“ wird hier verstanden, daß kein gültiger Nameserver betrieben und keine gültigen IP-Adressen verwendet werden. Die Verbindung zum Internet kommt stattdessen über einen Proxyserver zustande. Es fallen dadurch keine Reservierungskosten für solche Adressbereiche an. Durch den Proxyserver besteht bereits eine Art Firewall.

Diese Lösung würde die oben erwähnten Nachteile beheben. Der Aufwand zur Verwaltung der IP-Adressen bleibt jedoch bestehen. Beim Videoconferencing wäre ein Verbindungsaufbau nur in einer Richtung möglich - die verwendete IP-Adresse ist wie schon erwähnt ungültig und damit von außen nicht erreichbar. Ansonsten wäre annähernd dieselbe Funktionalität gegeben wie mit echten IP-Adressbereichen.

### Variante 3 **Simulation einer TCP/IP-Umgebung durch einen Multiprotokoll-Router (MPR)**

Diese Möglichkeit bietet einen weitgehend verwaltungsfreien Betrieb. Das Netz ist in seiner flachen Struktur beliebig erweiterbar, neue Rechner müssen lediglich mit einem IPX/IP-Gateway-fähigen Client ausgestattet sein und können dann vom MPR und Notes Server bedient werden.

Zusätzlich bietet diese Lösung durch die Protokollübersetzung ein natürliches Firewall, allerdings nur, solange kein eigener Mailserver betrieben wird, welcher dann wieder eine gültige IP-Adresse haben muß und dadurch angreifbar wird. Da ein MPR durch verschiedene Port-Sperren allerdings als Firewall konfigurierbar ist, stellt auch dies kein unlösbares Problem dar. Für Videoconferencing bestehen dieselben Hürden wie bei der vorhergehenden Variante.

Variante 3 wird derzeit bei EB verwirklicht. Bislang wurde der in Lotus Notes/Domino integrierte POP3-Server, sowie der HTTP-Server in Betrieb genommen.

#### 4.3.2 **EB-Info - Fragenkatalog**

Als exemplarische Datenbank wurde der Fragenkatalog, der ursprünglich in MS Access/Visual Basic entwickelt wurde (vgl. EB-Zwischenbericht 1996, EB-Zwischenbericht I/97, [24]), in eine Notes-Datenbank umgewandelt. Er ist jetzt als Intranet-Anwendung verfügbar (s. Bild 4.6).



Abb. 4.6: Fragenkatalog als Intranet-Anwendung

Bereits in der Grundversion erweist sich diese Notes Anwendung als sehr flexibel. Jede Frage stellt ein Dokument der Datenbank dar, dem sich nun in allen



fünf Suchkriterien beliebige Werte zuordnen lassen. Auch die Aufnahme neuer Werte ist jederzeit möglich. Ein Datenbankverantwortlicher kann später darüber entscheiden, ob eingegebene neue Werte endgültig in eine vordefinierte Auswahlliste aufgenommen werden sollen, oder ob die Frage bereits existierenden Werten zuzuweisen ist. Durch das Hinzufügen von Erstellerinformationen ist es nun auch möglich, eventuelle Unklarheiten über Veränderungen mit dem betreffenden Editor persönlich zu klären.

Der aktuelle Inhalt des Fragenkatalogs bezieht sich derzeit erst auf Teilbereiche der von EBERT abgedeckten Bereiche der technischen Gebäudeausrüstung und der Bauphysik. Eine Vervollständigung ist innerhalb INTESOL geplant.

Der Fragekatalog wird innerhalb INTESOL von EB aus einem organisationsbezogenen Blickwinkel (vgl. Kap. 4.1.1) heraus entwickelt. Es stellt sich die Frage, auf welche Weise ein „Export“ dieses Werkzeuges auf eine projektbezogene Plattform erfolgen kann.

- Da der Fragekatalog vom Büro EB innerhalb des Projektes INTESOL entwickelt wird, beinhaltet er naturgemäß schwerpunktmäßig Fragen aus dem Kontextbereich „Energie“ bzw. „Technischer Ausbau“. Für eine alle Kontextbereiche umfassende Projektbearbeitung umfaßt der Fragekatalog alle Kontextbereiche. Hierzu könnte zu den vorhandenen fünf ein sechstes Suchkriterium „Kontextbereich“ ergänzt werden. Dieses Suchkriterium braucht nicht vom Anwender ausgewählt werden, sondern wird beim Start des Fragekataloges aus der Plattform - d.h. aus einem bestimmten Kontextbereich heraus - automatisch auf den entsprechenden Wert gesetzt. Auf diese Weise werden die im jeweils aktuellen Kontextbereich relevanten Fragen herausselektiert.
- Werden die Suchkriterien „Fachgebiet“ und „Adressat“ auf \* gesetzt, d.h. es findet innerhalb dieser Suchkriterien keine Selektion statt, erhält man den kompletten Satz aller Fragen, die im Planungsteam abzuklären sind. (Aus o.g. Gründen muß „kompletter Satz aller Fragen“ natürlich relativiert werden auf Fragen, die für EB als TGA- bzw. Bauphysik-Planer relevant sind.) Die Spezifizierung der beiden Suchkriterien „Fachgebiet“ und „Adressat“ ermöglicht nun eine genauere Zuordnung, wer (innerhalb des Teams) die Frage an wen (innerhalb des Teams) stellt: Das Suchkriterium „Fachgebiet“ hat also nicht eine gewerkemäßige Einengung des Fragehorizonts zum Ziel und ist auch keine Konkurrenz zum Suchkriterium „Kontextbereich“, sondern es spezifiziert den Fragesteller - und zwar nach einer gewerkespezifischen Gliederung, die der derzeitigen organisatorischen Realität in den meisten Planungsbüros entgegenkommt. Durch den Inhalt der Fragen wird der Fragesteller zur gewerkeübergreifenden Kommunikation hingeführt.
- Eine Erweiterung und Vervollständigung des Fragekatalogs durch andere Partner aus den Bereichen Architektur, Tragwerksplanung - sowohl durch Fragen innerhalb des Kontextbereiches Energie, als auch in anderen Kontextbereichen - ist grundsätzlich möglich. Dies entspricht einer Erweiterung des Suchkriteriums „Fachgebiet“.

### 4.3.3 Videoconferencing

Desweiteren wurden Versuche unternommen, das für die INTESOL-Plattform vorgesehene Videoconferencing über die oben beschriebene Art der Verbindung zu integrieren. Bei den ersten - im Rahmen einer INTESOL-Präsentation am 3.12.97 in Bonn - durchgeführten Versuchen konnte zwar eine Verbindung zur Gegenstelle aufgebaut werden. Auch konnten die meisten Funktionen der eingesetzten Software MS NetMeeting (v.a. Application Sharing) ausgeführt

werden. Allerdings kamen Audio- und Videoverbindungen nur für äußerst kurze Augenblicke zustande.

Als mögliche Ursachen für das Problem standen zunächst zur Diskussion:

- Die Besonderheit des Internet-Zugangs von EB über den AVM-Multi-Protocol-Router (IP/IPX-Gateway)
- Die Bandbreite des Zugangs (ein ISDN-Kanal)
- Mögliche Routing-Probleme des Verbindungspartners IKE-Stuttgart aus dem Wissenschaftsnetz Deutschland (WiN) heraus („Provider-Streik“).
- Die Anforderung an eine derartige Verbindung werden von der verwendeten Hardware nicht erreicht.

Zwischenzeitlich stellte sich heraus, daß die Anforderungen an die Hardware tatsächlich sehr hoch sind: ein Pentium 166 mit 32 MB RAM erwies sich als Minimalkonfiguration.

Folgende weitere Versuche sind geplant:

Zunächst wird ein erneuter Versuch mit dem IKE-Stuttgart unternommen, da der „Provider-Streik“ in der letzten Zeit beigelegt zu sein scheint.

Als nächster Schritt müßte ein zweites System bei einem Partner mit direktem TCP/IP-Zugang zum Internet eingerichtet werden. Von dort aus sollte nacheinander versucht werden, eine Verbindung nach Stuttgart und zu Ebert-München aufzubauen (s. Bild 4.7)

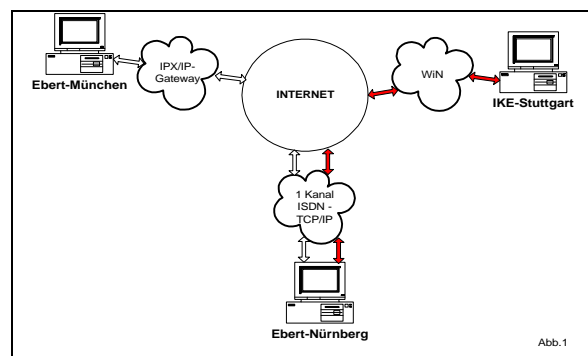


Abb. 4.7:

Ist dies in beiden Fällen über einen ISDN-Kanal nicht möglich, so müßten beide Systeme mit identischem Zugang zum Internet eingerichtet werden, um auszuschließen, daß kein Weg an einer Kanalbündelung vorbeiführt. (Bild 4.8)

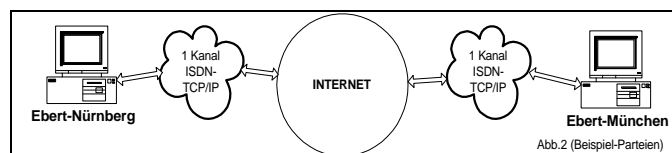


Abb. 4.8:

Grundsätzlich müssen für eine Integration in die INTESOL-Plattform jedoch noch grundsätzliche Überlegungen getroffen werden, um die o.g. systemtechnischen Hürden zu beseitigen. Nach heutigem Stand der Technik ist zu erwarten, daß die Beteiligten an einer solchen Projekt-Plattform mehrheitlich dynamisch vergebene IP-Adresen (DHCP) erhalten werden. Dies wäre derzeit beispielsweise bei Benutzung der Internet-Provider T-Online, CompuServe oder AOL der Fall. Auf diese Weise ist keine direkte Erreichbarkeit der Gesprächspartner gegeben. Lösungsansätze hierfür wären der Betrieb eines separaten Registrie-

rungsservers oder der Einsatz bereits im Internet präsen-ter Server (z.B. <http://ils.microsoft.com>), die als „Treffpunkt“ für registrierte Benutzer dienen könnten.

## 4.4 Planungshandbuch

### 4.4.1 Planungshandbuch und Qualitätsmanagementsystem

Ein Planungshandbuch als „Leitfaden zur integralen Planung“ bezieht sich notwen-digerweise auf charakteristische Verfahrensabläufe in der Planung. Diese finden üblicherweise in einem Planungsbüro, d.h. in einem unternehmensspezi-fischen Kontext statt. Es besteht somit ein enger Zusammenhang zwischen dem Planungshandbuch und einem Qualitätsmanagementsystem nach DIN ISO 9001 [ ], in dem unternehmens-spezifische Ab-läufe verbindlich geregelt sind. Eine Kombination beider Systeme in ei-nem Unternehmenshandbuch ist daher sinn-voll. Zudem führt dies auch zu einer besseren Verständlichkeit, Akzeptanz und Benutzerfreundlichkeit des QM-Systems und kann eine Basis zur Sammlung von Erfahrungen und damit für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozeß (KVP) bilden.

Das Intesol-Planungshandbuch entsteht auf Grundlage der von EB abgedeck-ten fachlichen Bereiche Technische Gebäudeausrüstung und Bauphysik und kann daher keine allumfassende Sichtweise des gesamten integralen Pla-nungsteams repräsen-tieren. Die Schnittstellen zu anderen Planungspartnern - insbesondere natürlich zum Architekten - sowie die Anforderungen an Informa-tion, Kommuni-kation und Kooperation werden somit aus dieser typischen Per-spektive heraus dargestellt.

Wird das integrale Unternehmenshandbuch aus einem bestehenden QM-Sy-tem heraus entwickelt - so wie dies bei EB der Fall ist -, gibt es generell zwei Möglichkeiten:

- Integration des „Planungshandbuchs“ in das bestehende QM-Handbuch als eigenes Kapitel
- Vermischung der Inhalte des Planungshandbuchs in der bestehenden QM-Struktur

Eine Vermischung erschien aus Gründen der Übersichtlichkeit und auch der Zertifizierung nicht sinnvoll, daher wurde diese Variante nicht weiterverfolgt.

Das QM-Handbuch läßt sich nach allgemein organisationsbezogenen und nach projektbezogenen Inhalten unterteilen. Das Kapitel 9 „Prozesslenkung“ [25] be-handelt die Projektabwicklung aus unternehmensspezifischer Sicht. Daraus er-gibt sich die optimale Einbindung des „Planungshandbuchs“ in Kapitel 9 des QM-Handbuchs. Das projektbezogene Facility Management soll ebenfalls in dieses Kapitel mit aufge-nommen werden.

Es entsteht damit ein Unternehmenshandbuch im Sinne des Total Quality Ma-nagement (TQM), das sowohl Aussagen zum Qualitätsmanagement als auch zur integralen Projektabwicklung macht. Innerhalb eines Projektes kann die pro-jektbezogene Organisa-tion deut-lich von der Unternehmensorganisation abwei-chen. Daher kann das Unternehmens-handbuch nur Aussagen über Projektabläufe im allgemeinen machen. Es muß für alle denkbaren Projekte in diesem Unternehmen gültig sein.

Die konkrete Projektorganisation ist dagegen in einem (unternehmens-übergrei-fenden) Projekthandbuch zu regeln, das alle projektspezifischen Vereinbarun-gen und Vorgehensweisen zum integralen Projektlauf beinhaltet.

Das Planungshandbuch wird so konzipiert, daß es auch problemlos für sich al-lein ste-hend, also ohne QM-System als Ausgangspunkt, verwendbar ist. Damit wird - als Ergebnis von INTESOL - ein Planungshandbuch als Leitfaden für die

integrale Projektabwicklung aus unternehmensspezifischer Sicht verfügbar sein.

#### 4.4.2 Modularer Aufbau des Planungshandbuches

Ein beliebiges Projekt lässt sich verallgemeinert in vier wesentliche Phasen gliedern - in Anlehnung an den Lebenszyklus des betreffenden Objektes. Dementsprechend wird das Planungshandbuch in vier Module unterteilt (s. Bild 9):

1. Projektvorbereitung
2. Konzeptions- und Planungsphase
3. Realisierungs- und Ausführungsphase
4. Betriebs- und Nutzungsphase

Die einzelnen Module sind weiter untergliedert, um eine bessere Differenzierung und Orientierung an der Planungsrealität zu gewährleisten. Eine Unterteilung in einzelne Leistungsphasen nach HOAI [26] erwies sich dabei jedoch als nicht sinnvoll, da sich zahlreiche Verfahrensabläufe und Arbeitspakete in aufeinanderfolgenden Leistungsphasen inhaltlich wiederholen und sich nur durch ihre Detailschärfe unterscheiden. Eine Zuordnung von HOAI-Leistungsphasen ist insoweit möglich, als das Planungshandbuch zwangsläufig die in der HOAI beschriebenen Leistungsbilder (Grundleistungen und Besondere Leistungen) sinngemäß enthält (s. Abbildung), sich jedoch nicht auf diese beschränkt. Insbesondere weicht das Planungshandbuch als „Leitfaden für die integrale Planung“ vom strengen Gewerkebezug der HOAI ab.

Modul 1 „Projektvorbereitung“ ist dabei ein übergeordnetes Modul, das über den konventionellen Planungshorizont hinausgeht und einen wesentlichen Bestandteil der integralen Planung bildet. Hier werden noch keine inhaltlichen, auf das Objekt der Planung bezogenen Leistungen erbracht, sondern strategische Entscheidungen über das übergeordnete Planungsziel und den Leistungsumfang getroffen, Aufbau- und Ablauforganisation festgelegt, Schnittstellen geklärt und konkrete Vereinbarungen für die vertikale und horizontale Integration getroffen (vgl. [27]). In diesem Rahmen finden auch die Aktivitäten des strategischen Facility Management statt (vgl. Kap. 4.1.3 ff.). Modul 1 stellt somit den Leitfaden für die projektspezifische Organisation dar.

Da das Planungshandbuch - wie oben erläutert - im wesentlichen dem Kapitel 9 „Prozesslenkung“ entspricht, wird es der Struktur des QM-Systems entsprechend in drei Ebenen aufgebaut:

- QM-Handbuch (QM-H):  
allgemeingültige Aussagen zur (integralen) Planung
- QM-Verfahrensweisungen (QM-V):  
Darstellung eines verallgemeinerten integralen -Planungsablaufes
- QM-Arbeitsanweisungen (QM-A):  
Detaillierte Planungshilfsmittel: Tätigkeitsbeschreibungen, Checklisten, Formblätter, Berechnungstafeln etc.

Die vier Module werden auf der zweiten Ebene des Planungshandbuchs (QM-V) behandelt. Auf deren Grundlage wird ein verallgemeinerter Planungsablauf beschrieben. Dieser „Referenz-Ablauf“ wird so offen wie möglich gestaltet, um den nicht-deterministischen Charakter des Planungsprozesses abzubilden und um dem einzelnen Planer möglichst viel Entscheidungsspielraum zu geben. Er ist jedoch verpflichtet, seine Entscheidungen zu dokumentieren, um dem QM-Anspruch zu genügen. Bei der Integration des Planungshandbuchs in ein bereits bestehendes QM-System ist daher darauf zu achten, welche Inhalte als verbindlich deklariert werden können und welche nur den empfehlenden Charakter eines Leitfadens haben.

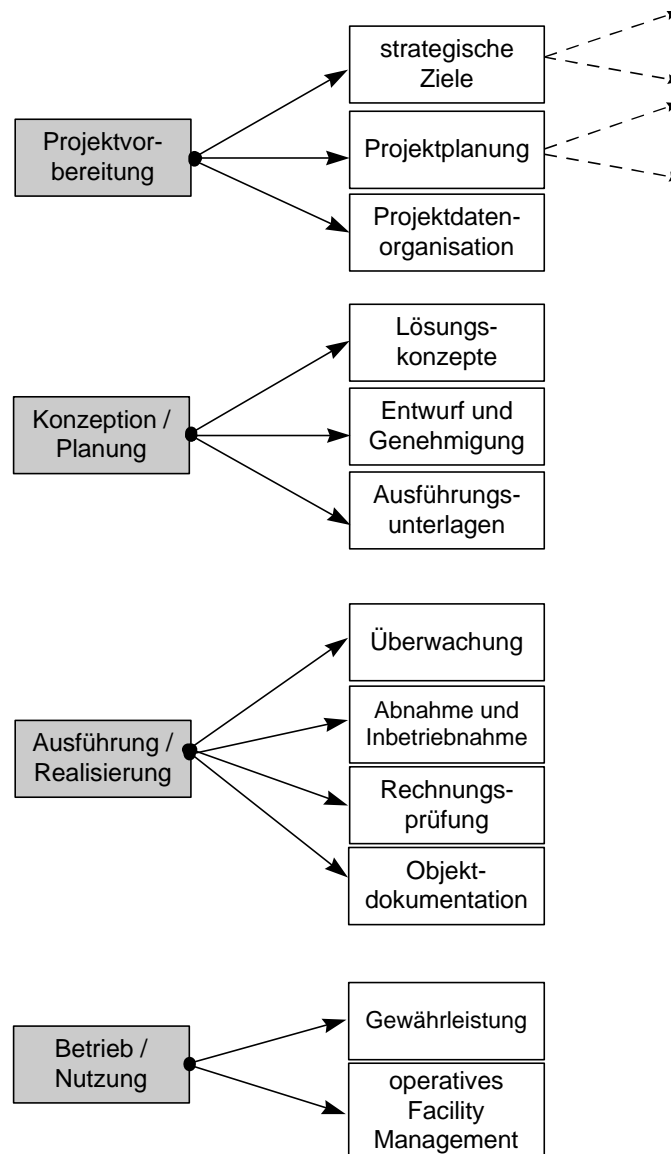


Abb. 4.9: Modularer Aufbau des Planungshandbuchs

#### 4.4.3

#### Verallgemeinerte Verfahrensabläufe des Moduls „Konzeptions- und Planungsphase“

Die Verfahrensabläufe von Modul 2 „Konzeptions- und Planungsphase“ lassen sich in einer verallgemeinerten Systematik zusammenfassen (s. Bild 10). Es wurde hierbei kein lineares Ablaufdiagramm mit seriell aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten gewählt, da sich die einzelnen Schritte immer wiederholen und lediglich der Detaillierungsgrad mit fortschreitender Planungstiefe zunimmt. Der Planungsablauf lässt sich somit sinnvollerweise durch ein zyklisches Schema beschreiben:

##### Grundlagen:

Die Kategorie „Grundlagen“ umfasst zunächst die durch örtliche und klimatische Voraussetzungen sowie (bei Sanierungsprojekten) die durch Gebäude- und Anlagenbestand sowie Betrieb gegebenen Randbedingungen an das Projekt.

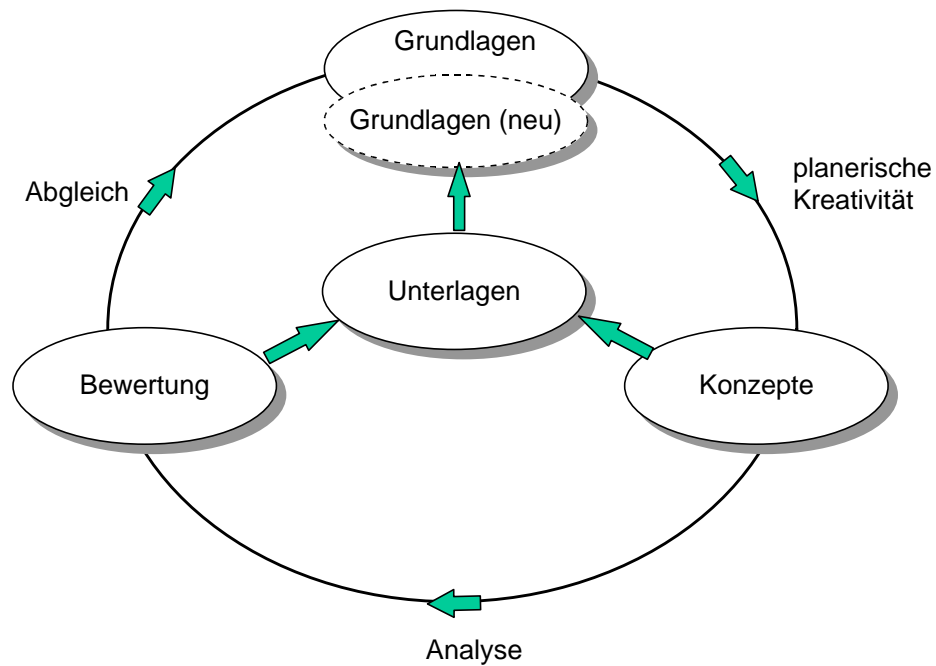


Abb. 4.10: Verallgemeinerter Verfahrensablauf (Konzept- u. Planungsphase)

Ferner fallen hierunter sämtliche projektspezifische Anforderungen seitens Bauherr, Nutzer und Behörden. Diese Anforderungen können sich u.a. auf folgende Bereiche beziehen (vgl. auch [28]):

- thermische Behaglichkeit (zeitlich, räumlich)
- visueller Komfort (zeitlich, räumlich)
- akustischer Komfort (zeitlich, räumlich)
- Energiebedarf (Heizenergie, Kühlenergie, Strom)
- Umwelt (Emissionen, verwendete Materialien, Wasserhaushalt)
- Wirtschaftlichkeit (Kalkulationszinsfuß, geforderte Amortisationszeiten)
- Investitionen
- Hygiene
- Sicherheit

Aufgabe des EDV-gestützten Fragekataloges (s. Kap. 4.3.2) ist es, die Klärung dieser Anforderungen zu unterstützen. Die Anforderungen werden mit jedem neuen Durchlauf der Planungsschleife immer weiter konkretisiert, überprüft und angepasst.

Schließlich sind Grundlagen auch die erforderlichen externen Unterlagen, also beispielsweise Pläne des Architekten oder Berechnungen bzw. Berichte weiterer Fachplaner. In einem idealen integralen Planungsablauf entfällt dieser Punkt: Hier existieren keine „externen“ Planungspartner; sämtliche Leistungen werden kooperativ durch ein vollständig zusammengesetztes integrales Planungsteam erbracht. Da das Planungshandbuch jedoch vom unvollkommenen Ist-Zustand der (nicht-integralen) Planungsrealität ausgeht, ist speziell dieser Punkt von großer Bedeutung: er beschreibt die Schnittstellen zwischen den getrennt agierenden Planungspartnern und liefert so die Voraussetzung für eine Kooperation dieser Partner.

### *Konzepte*

Der Punkt „Konzepte“ ist das Ergebnis der eigentlichen planerischen Kreativität: Entwicklung von Lösungsansätzen, Erarbeitung von Varianten, Auslegung von Anlagen, Dimensionierung von Komponenten etc.

*Bewertung*

Hier werden die Konzepte analysiert hinsichtlich

- der Erfüllung o.g. projektspezifischer Anforderungen sowie
- der Vereinbarkeit mit externen Konzepten, die in den externen Unterlagen (s.o.) dokumentiert sind:

An dieser Stelle wird die Auswirkung zunehmender gewerkeübergreifender Integration deutlich:

Eine Projektbearbeitung durch isolierte Planungspartner ohne jegliche Abstimmung führt zwangsläufig zur Kollision der jeweiligen Fachkonzepte. Beispiel: kollidierende Trassenplanung der Gewerke Elektro und Sanitär und/oder Kollision mit den Anforderungen der Statik. Durch gegenseitige Information der Planungspartner können die einzelnen Fachkonzepte grundsätzlich auf ihre Vereinbarkeit überprüft werden. Damit dies auch geschieht und damit die Konzepte aufeinander abgestimmt und - soweit notwendig - modifiziert werden, muß zwischen den Planungspartner rechtzeitig und hinreichend Kommunikation stattfinden. Durch eine rechtzeitige Kooperation im integralen Planungsteam ist schließlich die Erarbeitung einer ganzheitlichen Lösung möglich.

Insgesamt findet in der Bewertung ein Abgleich des Konzeptes mit den Grundlagen (s.o.) statt.

*Unterlagen:*

Die Unterlagen sind Ergebnisse sowohl der Erarbeitung von Konzepten als auch der Bewertung. Sie lassen sich unterteilen in

- zeichnerische Darstellungen (Skizzen, Pläne, Schemata),
- Berichte (u.a Studien, Leistungsverzeichnisse, Kostenzusammenstellungen),
- Berechnungen.

Die erstellten Unterlagen werden zur Grundlage des nachfolgenden Planungszyklus.

Die so erarbeitete Lösungsvariante wird im nächsten Schritt nach der gleichen Systematik weiter ausgearbeitet und das Verfahren so oft wiederholt, bis der gewünschte Detaillierungsgrad (Entwurfsunterlagen, Ausführungsunterlagen, etc.) erreicht ist:

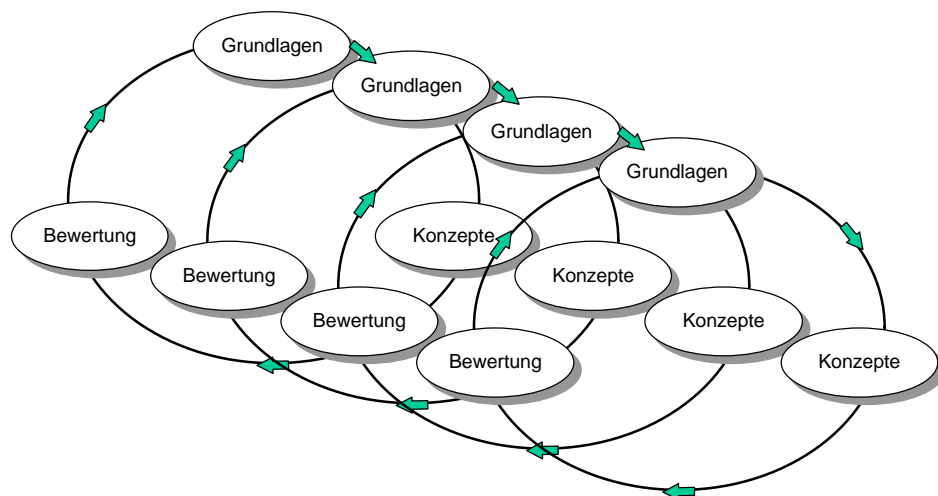


Abb. 4.11: Zyklische Abfolge des Verfahrensablaufes

## 5 Projektbericht ifib

### 5.1 Einleitung

Die Forschungsarbeiten der Jahre 1996 und 1997 am Forschungsprojekt RETEX II / INTESOL haben gezeigt, daß die energetische Optimierung von Gebäuden ohne eine aktive und geeignete Unterstützung des integralen Planungsprozesses, sowie eines integralen Managements nicht möglich ist. Aus diesem Grund wurde eine Kooperationsmethodik entwickelt welche diesen integralen Planungsansatz in allen Lebensphasen des Planungsprojektes unterstützt. Kennzeichnend für diese Methodik ist die konsequente Projekt-, Ziel- und Ressourcenorientierung im Planungsvorgehen.

Dabei wurden von Anfang an in das Konzept, entsprechend den allgemeinen technischen Entwicklungen, Aspekte einer umfassenden Computerunterstützung mit einbezogen[29,30,31,34]. Ziel ist die Verschmelzung der Kooperationsmethodik mit den unterstützenden Systemen in der sogenannten RETEX II / INTESOL-Planungsplattform. Diese ermöglicht auf verschiedenen Ebenen eine integrale Sicht auf das Projekt, integriert alle zur Projektkooperation benötigten Werkzeuge, Ressourcen und Informationen und schafft eine intuitive Wahrnehmungsmöglichkeiten der Planungsvorgänge. Eine Softwarestudie mit ersten Funktionalitäten wurde als Demonstrator 1997 im Rahmen der Projektarbeit vom ifib entwickelt und bei verschiedenen Treffen vorgestellt. Eine Erläuterung dieses Softwareprototyps findet man in Kapitel 2.

### 5.2 Kooperationsmodell

#### 5.2.1 Konzept

Im Jahr 1997 wurde die RETEX II/INTESOL spezifische Kooperationsmethodik zu einem tragfähigen Modell weiterentwickelt, das nun softwaretechnisch umgesetzt werden kann. Erkenntnisse geeigneter Organisations- und Managementmodelle (Projektorganisation, Management by Objectives, Regelkreismodelle) und Konzepte der virtuellen Organisationen wurden im weiteren eingearbeitet [37,38,39,40]. Darüberhinaus waren aber noch zusätzliche Anforderungen mit zu berücksichtigen:

- Die Verschmelzung des Planungsystems mit der Projektstruktur erfordert eine dynamische Konfigurierbarkeit der Planungsplattform während des Projektverlaufs. Diese sollte möglichst partizipativ von den Planern selbst im Rahmen ihrer Rollen durchgeführt werden können.
- Die projektbezogene Sicht fordert eine spezielle Modellierung. Wie die Arbeiten des Partners Ebert Ingenieure zeigen, sind auch die Übergänge von der Planungsplattform in die einzelnen Organisationen geeignet zu gestalten.

Einige grundlegende Elemente bei der Entwicklung des Softwareprototypen sind:

#### *Containermodell*

Spezifische Objekte und Informationen werden flexibel in komplexe aber einheitliche Containerelemente abgelegt, welche die Möglichkeit bieten, zusätzli-



che Information (Metainformation) zum eigentlichen Containerinhalt zu verwalten. So erreicht man eine strukturierte Erfassung bei gleichzeitiger Offenheit des Systems. Die Eingabe der Metainformation kann sowohl manuell, als auch vom System selbst aus externen Informationssystemen erfolgen.

#### *Metainformation*

Integrale Planung beruht stark auf der Einbeziehung möglichst umfangreicher Planungsinformation auch anderer Disziplinen. Um Zusammenhänge zu erkennen und die Interpretationsfähigkeit zu erhöhen, muß der eigentlichen Information speziell für die Teammitglieder aufbereitete Metainformation zugeordnet werden können. Auch bei der aktiven Unterstützung durch wissenbasierte Systeme spielt dies eine große Rolle. Zusammen mit der Containeridee, stellt dies einen sehr leistungsfähigen Mechanismus zu flexiblen Handhabung der Projektinformation dar. Diese Metainformation kann z.B. vom Datenbanksystem genutzt werden, um spezifische Sichten auf die Information zu generieren oder um Zugriffe zu regeln.

#### *Modellierung Wechselwirkungen/Beziehungen*

In starkem Zusammenhang zur eben erläuterten Metainformation ist auch die explizite Modellierung von Beziehungen zu sehen. Abhängigkeiten können sowohl auf Ebene der Projektstruktur (z.B. Kontextbereiche), als auch zwischen den verschiedenen Containerelementen flexibel definiert werden. Die Art der Beziehung kann - je nach Projektphase - dabei sowohl qualitativ als auch quantitativ sein. Ziel dabei ist, in frühen Phasen noch nicht quantitativ beschreibbare Abhängigkeiten zumindest qualitativ für das Planungsteam formulieren zu können um so den integralen Aspekt zu stärken.

#### *Kontextbereiche*

Bekannte Ansätze im Baubereich systematisieren Planungsprozeß in Phasen und Gewerke. Diese sind aus den Anforderungen an verallgemeinerte Planungsobjekten abgeleitet und weiterhin sehr stark durch eine funktionsspezifische Sicht gekennzeichnet. Dieses Vorgehen kann im besten Falle als *gefügeartige* Kooperation gesehen werden. Dies bedeutet eine Kooperation auf Basis sachlicher oder technischer Elemente des Arbeitsprozesses, die zeitlich feste Vergabe von einzelnen Handlungen und die Inanspruchnahme externer Koordinationsleitung. Die Planer arbeiten isoliert und sehen immer nur die Schnittstellen, aber nie das Gesamte. Im Gegensatz dazu nimmt bei integraler oder *teamartiger* Kooperationen ein Planer Einfluß auf die Handlungen anderer. Die Kooperation wird aufgrund ausgehandelter Regeln durchgeführt. Diese orientieren sich stärker an den Zielen und Aufgaben des spezifischen Planungsobjektes. Integrale Planungsleistung muß dabei immer im Kontext gesehen werden. Diese beiden Aspekte zusammen führen zur Idee der *Kontextbereiche*. Ein Knoten stellt keine einzelne Aktivität oder einen einzelnen Vorgang dar, sondern faßt beteiligte Personen, Zieldefinitionen, Aufgabendefinitionen, verschiedene Objekte wie z.B. Dokumente oder Werkzeuge, Referenzen auf Wissen und ggf. auch Arbeitsprozesse in einem Kontext zusammen.

Kontextbereiche erfordern aber eine unterschiedliche Sichtweise auf die Systematisierung des Planungsprozesses. Die folgende Abbildung soll den Unterschied verdeutlichen. Der Kontextbereich ist nicht durch fest gezogene Grenzen, sondern durch seinen Mittelpunkt definiert. Folgende Zeichnung verdeutlicht dies. Links erfolgt die Definition eines Bereichs durch die explizite Angabe des Rands, rechts durch die Nähe zum definierenden Mittelpunkt.

Um entscheiden zu können, ob etwas im Bereich liegt, muß man im linken Beispiel apriori, explizit und eindeutig die Grenzen definieren. Dies ist z.B. bei der

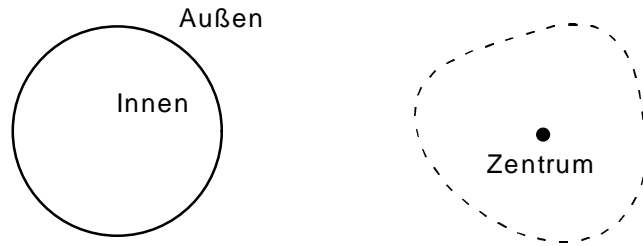


Abb. 5.1: Skizze zum Prinzip des Kontextbereichs

funktionsorientierten Vergabe von Aufgaben notwendig. Der Kontextbereich hingegen ist bestimmt durch eine Definition des "Mittelpunkts". Sein Rand wird implizit durch die Elemente definiert, die sich um diesen Mittelpunkt gruppieren. Er besitzt somit eine nach allen Seiten offene und flexiblen Rand. Nicht Modellierung der *Abgrenzung*, sondern die der *Integration* ist Ziel dieses Ansatzes. Das Konzept der Kontextbereiche hat auf die softwaretechnische Umsetzung weitreichende Konsequenzen. [vgl. 29]

### 5.2.2 Modellierung

In der folgenden Abbildung wird nun das Kooperationsmodell kurz skizziert. Die Darstellungsweise ist dem Gegenstands-Beziehungsdiagramm (ER) angelehnt. Die Attribute sind der Übersicht halber weggelassen.

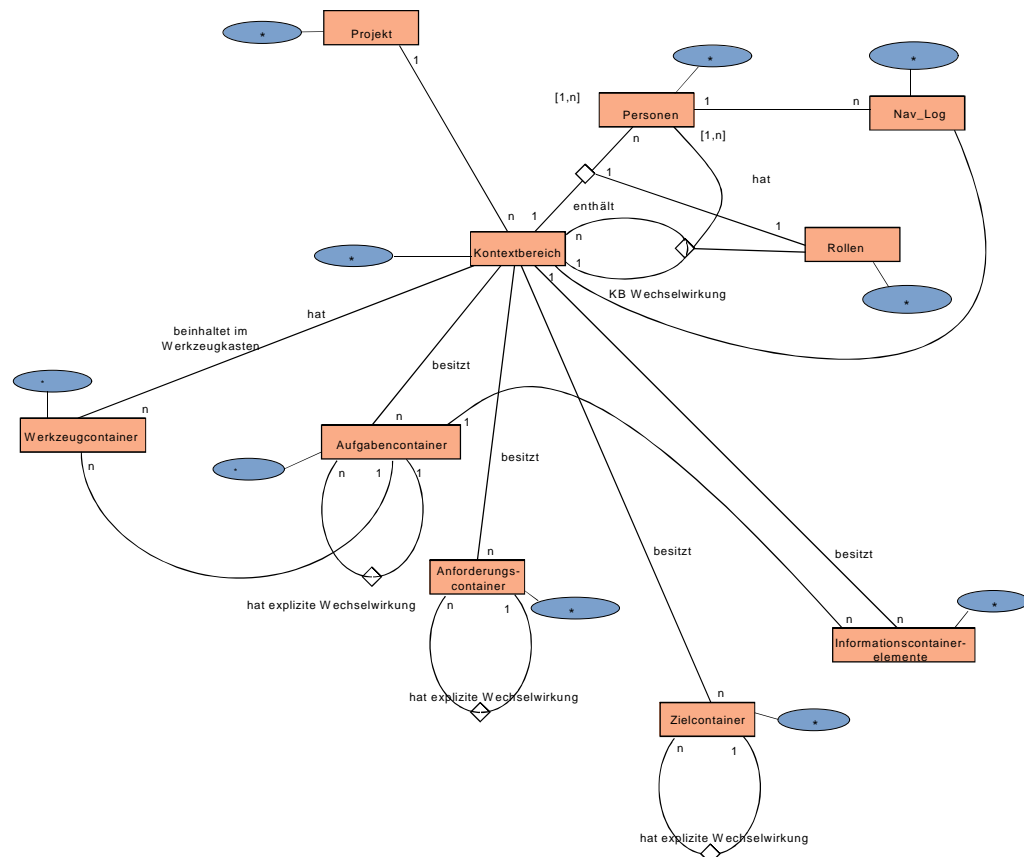


Abb. 5.2: ER Diagramm des Kooperationsstrukturmodells

Wie das ER Diagramm zeigt, wird ein Projekt über eine Reihe von Kontextbereichen systematisiert. Als Kontextbereiche werden in diesem Zusammenhang

Planungsaspekte, wie zum Beispiel *Nutzung*, *Gestaltung* oder *Energie* bezeichnet. Der Kontextbereich ist das zentrale organisatorische Element. Er ist von der Definition her offen, denn er wird durch seine Zieldefinition und durch seine beinhaltenden Objekte beschrieben. Er ermöglicht die zielgerichtete Integration von Ressourcen auf Projektebene, fokussiert auf einen spezifischen Planungsaspekt und kapselt so gleichzeitig die Komplexität für die Planer. Jedem Kontextbereich zugeordnet ist ein Team von Planern, die dort unterschiedliche Rollen annehmen können. Obwohl die starken inhaltlichen Abhängigkeiten schon innerhalb eines Kontextbereiches explizit berücksichtigt werden, können auf Projektebene auch Kontextbereiche Wechselwirkungen untereinander haben (die Gestaltung eines Bauwerkes steht klar in Wechselbeziehung mit dessen energetischen Anforderungen und Eigenschaften). Diese Beziehungen werden qualitativ beschrieben und haben auf organisatorischer Ebene eine Zuordnung zu einer Person mit der speziellen Rolle des Kantenmoderators. Dieser ist in den in Beziehung stehenden Kontextbereichen als Planer involviert und ist für die Berücksichtigung der Abhängigkeiten verantwortlich. Weiterhin beinhaltet ein Kontextbereich die oben schon angesprochenen Containerelemente für Ziele, Anforderungen, Aufgaben, Werkzeuge und Information. Diese Elemente können wiederum untereinander verknüpft werden. So ordnet man z.B. der Information immer entsprechende Aufgaben und Werkzeuge zu, um geeignete Sichten zu ermöglichen. Auch Aufgaben untereinander können zueinander in Beziehung stehen.

Werkzeuge werden ebenfalls in speziellen Container verwaltet. Diese können sowohl Links auf WWW-Applikationen, Information über eingesetzte lokal vorhandene Werkzeuge (Name, Version, Plattform, Formate, MIME,...), ladbare Programme, Plug-Ins oder netzfähige Applikationen in Form von JAVA Applets enthalten.

Der Werkzeugkasten ist dann kein eigenes Element, sondern eine kontextbezogene Ansicht auf die Containerelemente des Typs Werkzeug.

Wie man sieht, ist dieses Modell anfangs allgemeingültig, wird aber durch die Projektarbeit für die spezifischen Anforderungen des Projektes dynamisch personalisiert. Man kann es natürlich auch über Vorlagen beliebig weit vorkonfigurieren.

Über verschiedene Rollen lassen sich einfache und leistungsfähige Zugriffsmechanismen einrichten.

Kombiniert mit der dynamischen Strukturinformation und der in den Containern eingebetteten Metainformation lassen sich komplexe aktive Prozeßunterstützungen realisieren.

### 5.2.3 Werkzeuge

Im Berichtszeitraum 1997 wurden von den Projektpartnern Ebert Ingenieure und IKE verschiedene Werkzeuge zur Unterstützung der Planungsarbeit (Fragenkatalog, Vorplanungstool etc.) zunächst als freistehende Komponenten entwickelt. Im Rahmen der Arbeiten des ifib zur Implementierung des Prototyps der RETEX II / INTESOL Planungsplattform wurde eine Struktur erarbeitet, welche es erlaubt, einzelne Werkzeuge funktional in die Planungsplattform zu integrieren. Es soll dabei vermieden werden, dem Benutzer vorgefertigte Lösungen oder auch Lösungsstrategien bei der Bearbeitung verschiedener domänenspezifischer Probleme vorzuschreiben. Vielmehr besitzt die Integration menschlicher Potentiale, wie Intuition und Emotion bei der Anwendung dieser integrierten Werkzeuge äußerste Priorität. Es geht darum, die dem Benutzer eigenen Fähigkeiten, Problemsituationen zu analysieren, Lösungsstrategien zu

entwickeln sowie einen oder mehrere alternative Lösungsansätze (Varianten) zu verfolgen, möglichst effektiv zu unterstützen.

Komplexe Problemstellungen, wie im Falle von RETEX II / INTESOL die Planung solaroptimierter Gebäude, erfordern die Kooperation vieler beteiligter Akteure, welche oft räumlich verteilt sind und auf ebenso räumlich verteilte Informationsressourcen angewiesen sind (siehe hierzu auch das Kapitel *Kooperationsmodell*). Werkzeuge zur Bearbeitung bzw. Entscheidungsunterstützung können aus dieser Situation Vorteile ziehen, wenn ihre Struktur auf diese verteilte Situation abgestimmt ist. Die Werkzeugstrukturen basieren in diesem Zusammenhang auf verschiedenen Komponenten (Daten, Methode, Interface), welche auf einer Mehrzahl an Computern zeitgleich betrieben werden. Sowohl der Informationsfluß zwischen diesen Komponenten, wie auch die Rechnerleistung, welche zur Funktion des Gesamtsystems erforderlich ist, sind dabei dezentral.

Bei diesem Ansatz besteht ein großer Vorteil darin, daß einzelne Komponenten des Systems modifiziert werden können, während das Gesamtsystem von diesen Maßnahmen unberührt bleibt. In umgekehrter Weise führen Fehlfunktionen einzelner Komponenten oder auch die in einzelnen dieser Komponenten enthaltene falschen Informationen nicht zum Ausfall oder der Unbrauchbarkeit des Gesamtsystems.

#### *Offene Systemarchitektur*

Da im Laufe des Einsatzes der Planungsplattform eine dynamische Veränderung einzelner Komponenten zu erwarten ist (Modifikation, Ersatz, Entfernung oder Erweiterung), ist ein hoher Grad an Offenheit in der Systemarchitektur wichtig (Einsatz üblicher Programmbeschreibungen, verteilte Datenbanken, möglichst weitgehender Einsatz von Standardfunktionalitäten welchen die Entwicklungsumgebung NOTES domino bietet, etc.).

#### *Repräsentation*

Grundsätzliche Voraussetzung bei der Entwicklung einer tragfähigen Systemstruktur zur Einbindung von Werkzeugen in die Planungsplattform ist der Grad der Repräsentation von Inhalten und Strukturen der Planungsaufgabe. Unter Anwendung der Industrie Foundation Classes (IFC) in der Version 1.5 ist der geregelte Austausch von information zwischen einzelnen Werkzeugen unabhängig von umfassenden Produktmodellen möglich. Projektinformation kann so allgemein verfügbar zur Verfügung gestellt werden, um einen skalierbaren Grad an Abstraktion in der Objektrepräsentation, entsprechend den individuellen Anforderungen eines Werkzeugs zu ermöglichen. Auch ist die Repräsentation auf Objektebene wie auch die Darstellung struktureller Verknüpfungen in Bezug auf das zu bearbeitende Planungsobjekt Grundvoraussetzung für die Interaktion des Benutzers mit dem System. Es ist zum Beispiel nicht möglich, ein brauchbares Werkzeug zur Bewertung von Bauplatz und Gebäudetyp entsprechend der günstigsten Ausrichtung des Gebäudes zu erstellen, solange die vorhandene Information auf die Beschreibung des Grundstücks in Bezug auf x und y Koordinaten sowie Pixels beschränkt ist. Zur Bewertung sind auch qualitative Aussagen über Objekte wie z.B. die Lage umstehender Gebäude, Strassen, Bäume etc. ebenso entscheidend, wie allgemeine Aussage über die geographische Lage, Orientierung, oder bauplatzspezifische Richtlinien. Jedes der relevanten Objekte besitzt in diesem Zusammenhang Attribute, welche sein Verhalten unter bestimmten Konditionen beschreiben. Der semantische Beschrieb dieser Attribute ist die Basis zur Kooperation zwischen menschlichen Entscheiden und sollte daher auch die Grundlage der Kommunikation zwischen Werkzeug und Benutzer sein. Die Abfrage der erforderlichen Informationen er-

folgt daher kontinuierlich während der Projektbearbeitung, wobei die Informationen zunächst werkzeugunabhängig gespeichert und allgemein verfügbar abgespeichert werden (IFC Klassen). Bei der vorbereiteten Implementierung einer in die Planungsplattform integrierten Version des Vorplanungstool kommen daher nicht nur reine Berechnungsalgorithmen zum Einsatz sondern auch Regeln, welche die Qualitative Bewertung des Projektes ermöglichen.

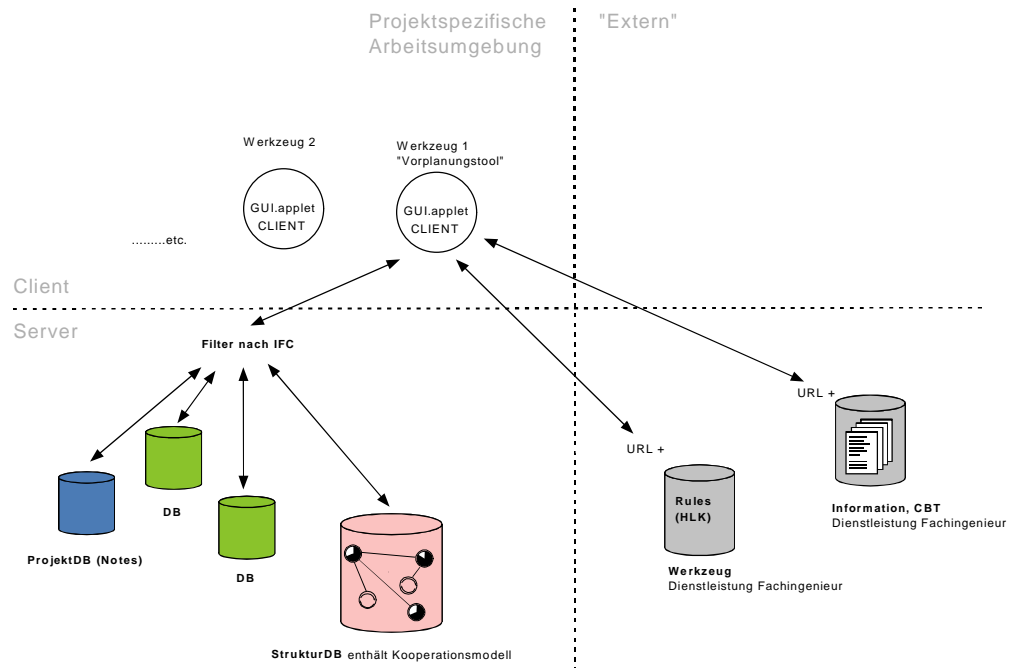


Abb. 5.3: Integration der Werkzeuge in die Planungsplattform

## 5.3 Softwaretechnische Umsetzung

### 5.3.1 Struktur

Softwaretechnisch stellt sich das System als ein verteiltes System in Client/Server Architektur mit erweiterter Groupwarefunktionalität dar [35,36]. Die Struktur des Kooperationsmodells ist typisch relational und wird innerhalb einer relationalen Datenbank (Borland Interbase Server) modelliert. Sie enthält im wesentlichen nur Struktur und Prozeßinformation. Die eigentlichen Container werden über einen NOTES domino Server verwaltet [32,33,23]. Domino ist ein dokumentenorientierter Datenbankserver (DoDBS), der sich zur Umsetzung der Containeridee hervorragend eignet und eine mächtige Entwicklungsplattform für verteilte und replizierende Systeme darstellt. Die gesamte inhaltliche Information wird in NOTES Datenbanken verwaltet. Beide Datenbanken (RDBMS und DoDBS) müssen entsprechend konsistent gehalten werden. Dies wird sowohl durch entsprechend funktionale Clientanwendungen, die in beiden Datenbanken Änderungen vornehmen, als auch über Synchronisierungsagenten im domino-Server erreicht.

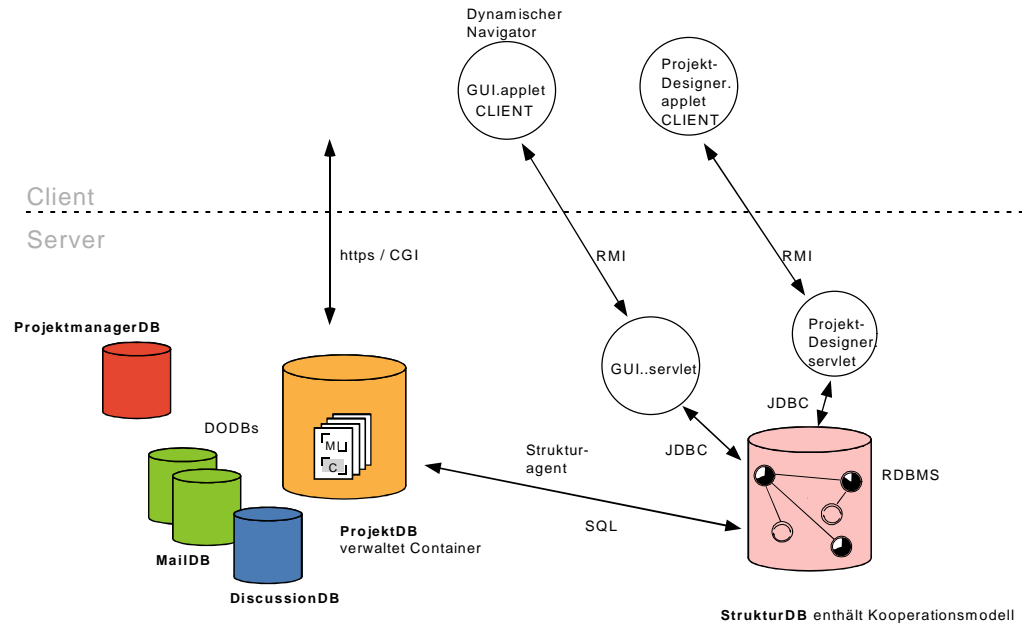


Abb. 5.4: Implementierungsstruktur eines Teils der Planungsplattform

### 5.3.2 Navigator

Der Navigator der Planungsplattform kann nun nicht mehr, wie im Demonstrator skizziert, statisch implementiert werden. Er holt sich die Struktur- und Prozessinformation aus der relationalen Datenbank und bereitet sie nutzerspezifisch auf. Der Navigator ist also mehr als nur eine graphische Benutzerschnittstelle zum Aufrufen von Funktionalitäten. Er stellt gleichzeitig die intuitive Wahrnehmung organisatorischer und prozeßbezogener Information zur Verfügung und integriert damit die Planer in der virtuellen Unternehmung "Bauprojekt".

Der Zugriff auf die domino-Datenbanken, die die Containerelemente verwalten, erfolgt vom Interface über erweiterte URLs, die über mitgelieferte Parameter und Auswertung von CGI Variablen spezifische NOTES Dienstagenten aufrufen. Änderungen an der Projektstruktur werden über in JAVA implementierte Werkzeuge ermöglicht, die in dem jeweils für sie gültigen Aktionsradius eingebettet sind.

Zusammen mit dieser Möglichkeit, interaktiv die Projektstruktur zu ändern, ist dies schon ein wesentlicher Schritt in Richtung sogenannter Virtuellen Umgebungen (VE - Virtual Environments), die völlig neue Formen kooperativen Arbeitens und eines verteilten Projektmanagement bieten.[43]

## 6 Literatur

- /1/ INTESOL, Integrale Planung solaroptimierter Gebäude. BMBF Förderkennzeichen. 0329132E. Zwischenbericht 1996, Universität Stuttgart, IKE 7- EB-12, April 1997.
- /2/ VDI 6021 Blatt 1: Datenaustausch für die thermische Lastberechnung von Gebäuden. VDI-Verlag, Düsseldorf, Entwurf, Januar 1998.
- /3/ VDI 6030 Blatt 1: Auslegung von freien Raumheizflächen; Grundlagen und Auslegung von Raumheizkörpern. VDI-Verlag, Düsseldorf, Entwurf, 1998.
- /4/ Bauer, M.: Energiegerechte Heizanlagen-Planung. Beratende Ingenieure, März 1997.
- /5/ VDI 1946 Teil2: Raumluftechnik;Gesundheitstechnische Anforderungen. VDI-Verlag, Düsseldorf, Januar 1994.
- /6/ DIN pr EN 12828: Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast, Entwurf, August 1997.
- /7/ DIN 4701 Teil 2: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden, März 1983.
- /8/ Industry Foundation Classes – Release 1.5, IFC Object Model for AEC Projects. International Alliance for Interoperability, 1997.
- /9/ Vektor Plan 3D Win, Gesellschaft für technische Software-Entwicklung und -Vertrieb mbH, Wiesbaden, Dez. 1997.
- /10/ ISYBAU: Entwicklung und Einführung eines integrierten DV-Systems Bauwesen. Hauptuntersuchung - BMBau, 1986.
- /11/ Bach, H. et al: OPTIMA: Neue Strategien zur Minimierung des Energieverbrauchs in Gebäuden. Universität Stuttgart, IKE 4 - 142, Januar 1995.
- /12/ TRNSYS 14.2: A Transient System Simulation Program. Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, Madison, USA 1997.
- /13/ Hirschberg R.: Rechnergestützte Planung heiz- und raumluftechnischer Anlagen. Universität Stuttgart, IKE. Dissertation 1995.
- /14/ Bauer M., Haller R., Sucic D.: OPTIMA - ein Werkzeug zum Erstellen thermischer Gebäudemodelle aus CAD-Zeichnungen. TRNSYS-USERTAG, Stuttgart 1997.
- /15/ Eisenmann G.: Entwicklung einer allgemeinen Bewertungsmethode für Heiz- und Trinkwassererwärmungssysteme am Beispiel einer Wohnung in einem Mehrfamilienhaus. Universität Stuttgart, IKE. Dissertation 1997. ISBN 3-9805218-1-8.
- /16/ Kolb, Markus: „Untersuchung des Einsatzes verschiedener Managementmethoden am Großbauprojekt Neue Messe München und deren Integration in einen universellen Planungsprozeß“ (Diplomarbeit), Fachhochschule München, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen, 10/1997
- /17/ Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung
- /18/ Norm DIN EN ISO 14001 „Umweltmanagementsysteme - Spezifikationen und Leitlinien zur Anwendung“

- /19/ GEFMA-Richtlinie 100 „Facility Management - Begriff, Struktur, Inhalte“, Deutscher Verband für Facility Management e.V., 12/1996
- /20/ VDMA-Einheitsblatt 24196 „Gebäudemanagement - Begriffe und Leistungen“, Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), 8/1996
- /21/ GEFMA-Richtlinie 200 „Kostenrechnung im Facility Management - Nutzungskosten von Gebäuden und Diensten“, Deutscher Verband für Facility Management e.V., 12/1996
- /22/ GEFMA-Richtlinie 180 „FM-gerechte Neubauplanung“, Deutscher Verband für Facility Management e.V., 7/1997
- /23/ Dierker, Markus; Sander, Martin: „Lotus Notes 4.5 und Domino - Integration von Groupware und Internet“, Addison-Wesley, 1997
- /24/ Haber, Claudius: „Programmierung und Datenerfassung für EDV-gestützte Planungswerkzeuge zur integrativen Gebäudeplanung“ (Diplomarbeit), Fachhochschule Nürnberg, Fachbereich Versorgungstechnik, 12/1996
- /25/ Norm DIN EN ISO 9001: „Qualitätsmanagementsysteme - Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung“, 8/1994
- /26/ Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, in der ab 1. Januar 1996 gültigen Fassung
- /27/ Forgber, U., Müller, C.: „A Planning Process Model for Computer Supported Cooperative Work in Building Construction“, Institut für Industrielle Baukonstruktion (ifib), Universität Karlsruhe
- /28/ Bach, Heinz: „Über die Vergleichbarkeit von RLT-Systemen“, in: Heizung Lüftung Haustechnik (HLH) 8/1996
- /29/ Borghoff U., J. H. Schlichter (1995). "Rechnergestützte Gruppenarbeit." Springer Verlag, Berlin.
- /30/ Fitzpatrick, G. and Kaplan, S. and Mansfield, T. (1994). "Physical spaces, virtual places and social worlds: A study of work in the virtual."
- /31/ Goldman, S.L.; Nagel, R.N.; Preiss, K.; Warnecke, H.J. (1996). "Agil im Wettbewerb - Die Strategie der virtuellen Organisation zum Nutzen des Kunden.", Springer Verlag, Berlin
- /32/ Dierker, M., Sander, M., Lotus NOTES 4.x, Addison Wesley, Bonn 1996
- /33/ Denning, J., Gutperlet, K., Rosenow, E., LotusR4 - Das Kompendium, Markt & Technik Verlag, München 1996
- /34/ Reichwald, R.; Möslin, K.: Auf dem Weg zur Virtuellen Organisation: Wie Telekooperation Unternehmen verändert; in [MKS96]
- /35/ Dier, M., Lautenbacher, S.: Groupware - Technologien für die lernende Organisation CW Verlag, München, 1994
- /36/ Burger, C.: Groupware - Kooperationsunterstützung für verteilte Anwendungen; dpunkt Verlag, Heidelberg, 1997
- /37/ Fitzpatrick, G., Kaplan, S., Parsowith, S.: Experience in Building a Co-operative Distributed Organization: Lessons for Cooperative Buildings. Cooperative Buildings, Springer Lecture Notes, CoBuild '98, Darmstadt, Germany
- /38/ Preyer, G., Schissler, J.: Integriertes Management - Was kommt nach der Lean Production?; FAZ, Verlagsbereich Wirtschaftsbücher; Frankfurt am Main, 1996



- /39/ Jeuschede, G.: Grundlagen der Führung; Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden 1994
- /40/ LM 95; Teamorientiertes Planen; RAVEL, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA); Zürich
- /41/ Hartmann, A., Hermann, Th., Rohde, M., Wulf, V.: Menschengerechte Groupware, Software-ergonomische Gestaltung und partizipative Umsetzung; Teubner, 1994 Stuttgart
- /42/ Oberquelle, H.: Situationsbedingte und benutzerorientierte Anpassbarkeit von Groupware; in [HHR94], 1994
- /43/ Waters, R.; Barrus, J.: The rise of shared virtual environments; IEEE Spectrum 3/1997; S. 21 ff.